

GEORGE MONBIOT

NOURRIR LE MONDE



...

sans dévorer
la planète

LES
LIENS QUI
LIBÈRENT

Nourrir le monde

George Monbiot

Nourrir le monde ... sans dévorer la planète

Traduit de l'anglais
par Morgane Iserte

ÉDITIONS LES LIENS QUI LIBÈRENT

OUVRAGE ÉDITÉ AVEC LE CONCOURS DU CENTRE NATIONAL DU LIVRE

Titre original :

Regenesis

Feeding the World Without Devouring the Planet

Publié pour la première fois sous le titre

Regenesis: Feeding the World Without Devouring the Planet

par Penguin Books, Ltd, London.

© George Monbiot, 2022

Tous droits réservés

Photographie de couverture : © adobestock

ISBN : 979-10-209-2439-1

© Les Liens qui Libèrent pour la traduction française, 2023

*À ma brillante assistante Fi,
sans qui rien de tout cela n'aurait été possible.*

Remerciements

Au cours de cette enquête et de la rédaction de ce livre, j'ai compté plus que jamais sur la générosité de personnes qui m'ont accordé de leur temps, donné des conseils et ont partagé avec moi leurs connaissances. Ils et elles m'ont fait de la place et m'ont supporté durant l'intense période de travail acharné qu'a réclamé ce projet.

Merci tout d'abord à ma merveilleuse famille: ma compagne Rebecca et mes filles Hanna et Martha. Merci également à ma fantastique assistante Fiona Rowe, à Katie Kedward et Charlie Young, dont le travail de recherche pendant la phase de cadrage a été inestimable, et à Jo Haward, pour son travail efficace et fort diligent sur les références bibliographiques.

Je remercie tout particulièrement ma géniale éditrice, Chloe Currens, dont l'intelligence, la perspicacité, l'attention et le soin ont permis d'enrichir considérablement cet ouvrage. Merci à mon formidable agent Antony Harwood, à l'excellent et infaillible correcteur Richard Mason et à toute l'équipe de Penguin.

Merci aux agriculteurs et agricultrices, aux hommes et femmes de terrain ainsi qu'aux chercheurs que j'ai suivis, qui ont fait preuve d'une grande patience et de beaucoup de gentillesse et m'ont consacré du temps alors que je leur posais d'embêtantes questions: Iain Tolhurst (Tolly), Tamara et Gena, Tim Ashton, Ian Wilkinson et FarmED,

Fran Gardner, Simon Jeffrey, Paul Cawood, Pasi Vainikka et Solar Foods, FareShare et SOFEA, Stephen Marsh-Smith, Alison Caffyn et Christine Hugh-Jones, Rachel Stroer et le Land Institute, Bruce Friedrich, Maia Keerie et Sophie Armour du Good Food Institute. Merci à Alexandra Elbakyan et à Sci-Hub, sans qui je n'aurais pas eu accès à une grande partie des documents dont j'avais besoin pour mener à bien ma recherche : l'accès au savoir n'est pas un crime.

Je remercie vivement les experts chevronnés qui ont si généreusement offert de leur temps pour relire mon manuscrit, y faire des commentaires et des suggestions, m'indiquer là où je me fourvoyais : Tim Benton, Hannah Ritchie, Tara Garnett, Mary Stockdale, Aislinn Pearson, Chloe MacLaren, Dan Blumgart, Tim Lenton, Jamie Arbib, Vicki Hird, Erik Meijaard, Tomas Linder, Simon Fairlie, Frank Ashwood, Franciska de Vries, Sarah Wakefield et John Boardman. Toutes les erreurs restantes sont miennes.

Je remercie également Eleanor, ma chère sœur et source d'inspiration, Mark Lynas, Joel Scott-Halkes et Tong Wu, mes collègues de verger Hugh Warwick, Zoe Broughton, Kate Raworth, Roman Krznaric, Caspar Henderson, Cristina Mateos, Phil Mann et Amanda Smigelski-Mann, Stewart Young, l'East Ward Allotment Association, Steve Farmer, Jim Mallinson, Michael Witzel, Anna Morser, Peter Gauvain, Clem Cheetham et Nick Metcalfe de l'équipe d'*Apocalypse Cow*, Franny Armstrong, Nicola Cutcher et le reste de l'incroyable équipe de *Rivercide*, les rédacteurs du *Guardian* qui me supportent depuis tout ce temps, Damian Carrington, Nigel Dudley, Mike Mason, Jeremy Lent, Mike Mason, Jeremy Lent, Simon Evans, Ben Middleton, Andrew Balmford, Stuart Pengs, David Butler, Jim Thomas, la Soil Association, Piero Visconti, Duncan Cameron, Alexandra Sexton, Charles Ssekyewa et Gunnar Rundgren.

CHAPITRE 1

Le monde sous nos pieds

C'est un lieu merveilleux pour un verger, mais un terrible endroit où faire pousser des fruits ! Au centre de l'Angleterre, loin de l'effet tampon de la mer, les gelées tardives abîment les arbres fruitiers. L'humidité de l'air glacial se condense sur cette parcelle plane, endiguée par des rangées de maisons, et l'eau s'y amoncelle en flaques ; le verger détrempé souffre du froid.

Chaque année, lors de la floraison des arbres, mes espoirs se déploient tels les boutons en train d'éclore. Presque deux années sur trois, ils s'étiolent en même temps que les fleurs. Le gel, qui s'enroule autour des branches à la manière d'un gaz toxique, rabougrit et noircit les étamines.

À l'automne, le verger est un vivant tableau des températures printanières. Les pommes, selon leur variété, fleurissent chacune leur tour, à des dates bien précises. Sauf en cas de fortes gelées, la morsure du gel n'endommage que la fleur éclosée. L'observation des arbres avec et sans fruits permet de savoir quand il a gelé, presque à la nuit près.

Toutes les variétés appartiennent à la même espèce : *Malus domestica*, dont la traduction signifie – littéralement – le mal dompté. Les raisons pour lesquelles ce bel arbre est victime de difamation multiséculaire sont complexes, mais parmi celles-ci figure probablement une simple confusion étymologique : il semble que

le passage du nom dialectal employé en grec pour désigner son fruit – *μᾶλον*, ou « malon » – au latin l'a, pour ainsi dire, corrompu en *malum*, ou mal.

La multiplication de cette seule espèce, trop belle pour être vraie, a produit des milliers de variétés différentes: pommes à croquer, pommes à cuire, pommes à cidre, pommes à faire sécher, offrant une diversité impressionnante de tailles, de formes, de couleurs, de parfums et de saveurs. Nous cultivons la Miller's Seedling, qui mûrit en août et doit être mangée à peine cueillie car la moindre secousse lors du transport meurtrit sa peau translucide. Elle est sucrée et tendre, plus juteuse que charnue. En revanche, la Wyken Pippin, dure comme du bois lorsqu'on la cueille, n'est comestible qu'à partir de janvier et garde son croquant jusqu'au mois de mai suivant. Nous faisons aussi pousser la St Edmund's Pippin, dont la peau paraît faite de papier de verre, bien ferme durant deux semaines en septembre, avec un bon goût de noisette, après quoi elle devient farineuse, et la Golden Russet, au goût et à la texture quasiment identiques, mais en février uniquement. La Ashmead's Kernel, croquante, avec un petit goût de cumin, est ma pomme préférée; elle atteint sa pleine maturité au milieu de l'hiver. La Reverend W. Wilks se boursoufle à la cuisson, avec un bouquet gouleyant de vin blanc doux. La Catshead que l'on rôtit à Noël ressemble à s'y méprendre à de la purée de mangue. La Ribston Pippin, la Mannington's Pearmain, la Kingston Black, la Cottenham Seedling, la D'Arcy Spice, la Belle de Boskoop, la Ellis Bitter: chacun de ces fruits est un condensé de temps et d'espace, de culture et de nature.

Comme chaque arbre requiert des conditions subtilement différentes pour s'épanouir, certains d'entre eux se portent ici mieux que d'autres. Certaines variétés sont si bien adaptées à leur lieu d'origine que leur croissance est fort décevante de l'autre côté de la même colline. En plantant dans ce verger des variétés qui s'épanouissent à différents moments de l'année, nous avons cherché à diversifier les risques. Et malgré cela, quand les fortes gelées se succèdent durant les mauvaises années, nous perdons presque tout.

Il n'empêche que, en dépit de tant de rêves brisés, c'est un lieu merveilleux pour un verger. Lorsque je suis arrivé ce matin, toute cette beauté m'a laissé pantois. Les premiers pommiers sont en fleurs:

les bourgeons roses s'ouvrent pour révéler leur cœur pâle. Les poiriers et cerisiers sont en pleine efflorescence, et portent tant de fleurs blanches sur leurs branches que celles-ci vacillent délicatement dans la brise.

Je me promène parmi les rangées d'arbres, en respirant leur parfum. Chaque variété a une odeur légèrement distincte : certaines fleurs sentent la jacinthe, d'autres le lilas, d'autres encore le daphné ou la viorne. Je crois pouvoir dire quand une fleur a été pollinisée : elle cesse immédiatement d'exhaler son parfum, car elle n'en a plus besoin pour attirer abeilles et syrphes. La fleur du poirier, d'un blanc immaculé, et ses vingt étamines noires comme de minuscules clous de girofle, dégage une révoltante odeur d'anchois. Une pluie de pétales de cerisier se détache des arbres tels des flocons, voletant dans le vent léger. L'herbe nouvelle est striée d'ombres. Les palombes roucoulent dans les pruniers. Avoir tout cela à quelques centaines de mètres de chez soi est un luxe étonnant ; ce luxe, un verger partagé avec quatre autres familles, coûte à peine 85 euros par an à chacune.

Le verger occupe trois parcelles adjacentes sur un terrain public, dans un jardin partagé. Depuis 1878, en Angleterre, les autorités locales attribuent des terrains aux gens pour qu'ils y cultivent fruits et légumes. En principe, la loi garantit depuis 1908 à tout citoyen le droit de cultiver*.

Cette loi a involontairement semé l'anarchie, au sens propre du terme. Autrement dit, elle a créé des milliers de communautés auto-gérées et autonomes, autour de ce que l'on nomme aussi des « terres communautaires » (*commons*). Bien que les autorités locales en soient propriétaires, celles-ci sont gérées par les personnes qui s'en occupent et les cultivent. Notre terrain d'Oxford est divisé en 220 parcelles, cultivées par des habitants de la ville en provenance du monde entier. Ensemble, nous pratiquons la pollinisation croisée, partageant nos savoirs et nos graines d'expérience.

Il y a dix-sept ans, les jardins partagés semblaient périlcliter. Seule une parcelle sur dix était occupée. Les quelques personnes toujours

*. En pratique, dans certaines villes, la liste d'attente pour se voir attribuer une parcelle est telle que les demandeurs peuvent attendre jusqu'à vingt ans, voire plus.

investies dans la gestion de ces jardins étaient désespérément en quête de nouveaux pour reprendre les terres, sans quoi les autorités locales les auraient récupérées pour y construire des logements. Ces gens me louèrent alors deux parcelles et demie adjacentes, dont l'une était recouverte d'horribles massifs de ronces broussailleux, hauts de trois mètres. Je passai un mois à couper les tiges à la machette et à extirper les racines avec une bêche. Sous les ronces se trouvaient les belles au bois dormant. Pâturins des prés, primevères, marguerites, véroniques, vesces, centaurees, herbes de saint Benoît, scabieuses, achillées millefeuilles, plantains lancéolés, porcelles enracinées et liondents jaillissaient du sol. Durant des décennies, ces graines avaient été en dormance. Je persuadai un couple d'amis de se joindre à moi, et nous plantâmes sur nos parcelles des variétés anciennes de fruitiers : principalement des pommiers, quelques pruniers, cerisiers et poiriers, un néflier et un cognassier.

Quand les arbres commencèrent à produire, je déménageai d'Oxford pour m'installer au pays de Galles. Quitter ce verger constituait l'un de mes rares regrets. Mes amis le transmirent à d'autres, qui à leur tour le transmirent. Contre toute attente, je revins cinq ans plus tard pour des raisons familiales. Je n'avais pas envie de revenir. Mais peu de temps après mon retour, l'un de mes meilleurs amis en ville m'annonça que des personnes qui étaient récemment parties lui avaient transmis un magnifique verger, planté quelques années auparavant dans les jardins partagés... Il ne pouvait pas s'en occuper tout seul, et s'était souvenu que je m'y connaissais en fruitiers.

J'eus l'impression de rentrer chez moi.

Aujourd'hui, bien que le verger fasse moins de mille mètres carrés, je me dis parfois qu'il occupe la moitié de mon monde. Il est le calendrier vivant qui rythme mon année. Nous avons accueilli trois autres familles, créant ainsi une communauté miniature au sein d'une terre communautaire. Tous les deux mois, nous organisons une journée de travail collectif, et un repas partagé sous les arbres. À la fin de l'hiver et au printemps, nous nous retrouvons pour tailler les pommiers et les poiriers. En mai et en septembre, nous fauchons l'herbe. En juin, c'est le moment d'éclaircir les fruits. En octobre, nous récoltons les pommes, stockons les fruits sains et, si la récolte est bonne, passons

une folle journée à gratter et à découper les fruits, pour ensuite les presser et en pasteuriser le jus avant de le mettre en bouteille; nous transformons aussi une partie de ce jus en cidre*.

Au milieu de l'hiver, c'est *wassail* au verger. Le *wassail* est un rigoureux procédé scientifique que nous exécutons en vue de nous assurer de la bonne productivité des arbres, pour que la prochaine récolte soit abondante. La méthode consiste à chanter et à boire du cidre. Cette technique maintes fois éprouvée repose sur l'hypothèse que l'abondance de la récolte est proportionnelle à l'intensité des efforts déployés: « Car plus ou moins de fruits les arbres porteront, / selon que vous les honorez d'un *wassail* chiche ou bon¹. » L'hypothèse n'est pas confirmée.

Puis, nous repartons pour un cycle.

Vers dix heures, me voilà à deux mètres du sol, muni d'une scie à archet et d'une scie à long manche pour élaguer les arbres. Notre sympathique voisin de jardin partagé, Stewart, a décidé qu'il était trop âgé pour s'occuper de ses arbres fruitiers et nous a cédé sa rangée, attenante à notre verger, complétant ainsi nos trois parcelles. Ses vieux arbres sont dans un état lamentable, leurs branches sont surchargées et balaient le sol ou s'élèvent si haut qu'il est impossible d'en récolter les fruits. Me voilà donc dans le cerisier, au milieu de branches avec tant de bourgeons floraux qu'on n'en voit à peine l'écorce, en train de commettre un sacrilège.

Alors que la taille des pommiers et des poiriers peut se faire en hiver, il faut tailler les fruitiers à noyau lorsque la sève monte, c'est-à-dire au

*. En dépit de ce que l'on pourrait penser, le jus de pomme est un produit moderne. Traditionnellement, tout le jus était utilisé pour faire du cidre (qui, en Grande-Bretagne, désigne la boisson alcoolisée), bien que le terme « faire » suggère à tort un processus actif. Le jus se met à fermenter tout de suite. Le vrai cidre ne contient rien d'autre. Les pommes fournissent les sucres, le goût et les levures, qui se trouvent sur la pellicule des fruits mûrs. Dès Noël, on peut le boire bien qu'il soit encore sucré et pétillant. En février, il s'est transformé en un doux breuvage subtil, à l'équilibre parfait qui, à mon humble avis, constitue la meilleure boisson alcoolisée de toutes celles qui ruinent la vie des hommes et des femmes. Fin mai, il est un peu trop brut. En juillet, il mérite son nom latin: on pourrait s'en servir pour effacer des graffitis. Pour que le jus de pommes ne devienne pas du cidre, il faut le pasteuriser. Pour cela, il faut chauffer le liquide à 70°C et donc, disposer de l'énergie nécessaire. Jusqu'à il y a peu, celle-ci était rare. Le seul jus qu'on buvait alors provenait directement du pressoir.

printemps ou au début de l'été. Sinon, vous courrez le risque que les arbres soient infectés par le chancre, la cloque du pêcher ou le plomb parasitaire. Pour y échapper, il faut commettre cette profanation qui consiste à élaguer un arbre en fleurs ou en fruits. Les branches du cerisier, comme recouvertes de neige, s'écrasent au sol dans un blizzard de pétales.

Bien que cette offense me déplaie, j'adore tailler les arbres. C'est presque devenu une fin en soi, mi-sculpture mi-entretien. Après avoir bien éclairci l'arbre en conservant sa structure, vous devez tailler les rameaux au niveau de bourgeons tournés dans la direction vers laquelle vous souhaitez que l'arbre se développe. Au fur et à mesure de sa croissance, celui-ci prend la forme que vous lui avez donnée. Ma préférence va à la taille en gobelet, qui consiste à donner à la couronne de l'arbre la forme d'une large coupe. Si vous réussissez l'opération, chaque feuille sera exposée à la lumière du soleil et l'air circulera entre chaque rameau ; de la sorte, vous serez débarrassés des pucerons lanigères du pommier et des moisissures sans avoir besoin de recourir à des pesticides chimiques.

Pendant que je me déplace dans l'arbre, je me plais à songer à la probable histoire de cette terre. En bêchant le verger, nous avons découvert des fragments de pipes en argile blanche que les paysans fumaient, certaines d'entre elles avec des motifs d'anneaux ou de treille gravés en pointillés, et où se voient encore les traces de moulage et les empreintes de ceux qui les avaient fabriquées. Nous avons trouvé des fragments d'éléments de drainage des champs, un sabot d'âne et des coquilles d'huîtres « modernes » qu'il était parfois difficile de distinguer des morceaux de gryphées fossilisées sur lesquelles nous sommes aussi tombés : il s'agit d'huîtres jurassiques noueuses et courbées en crochet, connues dans nos régions sous le nom d'« ongles d'orteil du diable ». Du temps où les mers donnaient en abondance, les huîtres constituaient la nourriture des pauvres, même dans le centre de l'Angleterre. Un jour, je trouvai une demi-perle, percée pour laisser passer la ficelle à laquelle elle avait été accrochée.

Avant d'être ceintes par la ville, puis divisées en parcelles égales et attribuées aux citadins, ces terres étaient cultivées, probablement

par assolement – à en juger par le mélange de drains de champs et de graines de fleurs sauvages dormantes. Certains des noms de lieux environnants contiennent le suffixe -ley ou -leys, qui en anglais signifie souvent un pâturage provisoire, sur lequel on cultive du foin et du fourrage entre des champs arables. Les coquilles d'huîtres, qui se trouvent toutes au même endroit dans notre verger, laissent à penser qu'il y avait peut-être là un arbre, sous lequel les paysans s'asseyaient pour prendre leur déjeuner comme nous le faisons aujourd'hui. Je les imagine affalés entre les racines noueuses d'un grand chêne, avec leur couvre-chef à larges bords, leurs faux posées contre le tronc.

Nous aussi fauchons l'herbe manuellement, à la fois pour ne pas utiliser de combustibles fossiles et pour épargner grenouilles et campagnols. Au début, nous étions tout juste bons à la hacher. Plus on faisait d'efforts, et plus le résultat était mauvais. Jusqu'au jour où je constatai qu'une voisine du jardin partagé, une réfugiée serbe de quatre-vingts ans du nom d'Angela, nous observait avec incrédulité.

En dépit de tout ce qu'elle a vu et de ce à quoi elle a survécu, Angela réussit à profiter des plaisirs simples de la vie et à voir la bonté chez autrui. Fidèle à ses origines paysannes, elle nous cède la partie excédentaire des légumes qu'elle cultive, tout en maugréant que plus personne de nos jours ne sait ce que sont les vrais légumes, ni même comment les cuisiner correctement; enfin bon, une fois ses légumes donnés, ils sont entre les mains de Dieu et ce n'est plus son problème. Nous lui offrons des pommes à rôtir, des nèfles (qui sont plus appréciées dans les Balkans qu'ici) et des prunes pour faire de l'eau-de-vie.

Au bout d'un moment, elle n'en pouvait plus.

«Non, mais arrête! Tu fais tout mal!»

Elle me prit la faux des mains. Elle la soupesa puis se mit à la balancer légèrement comme si elle communiait avec l'outil.

«Je fais ça depuis que moi petite fille. Je montre.»

Elle positionna la lame à ras du sol puis parut remuer ses larges hanches, à peine. L'herbe fut fauchée court. Elle remonta ensuite la rangée sans transpirer, laissant une pelouse parfaitement coupée, les restes de la fauche posés sur le côté comme si chacune des tiges avait été soigneusement ratissée. (En anglais, le terme «fauche» peut se dire «tombée». Le chaume qui reste s'appelle aussi la retombée.)

Perché dans le cerisier, je regarde à présent les branches tombées sur le sol. Je n'ai laissé que quatre branches, grosso modo aux points cardinaux. L'arbre a l'air mutilé. Mais il guérira. Je descends pour m'occuper des résidus de l'élagage. Ici, rien n'est gaspillé. Nous laissons les lourdes branches à l'entrée du jardin pour qui veut les utiliser en bois de chauffage: le bois fruitier est facile à débiter et brûle doucement. Je me sers de la sciure dans mon fumoir: tout ce que j'y cuis prend une douce saveur aux notes sombres et boisées. Certains des fins branchages servent de tuteurs pour les petits pois, et nous empilons les autres en tas. Après cinq ans, les résidus de la taille se décomposent en un compost sec, très riche. Nous le répandons autour de la ligne d'égouttement* des arbres. Un printemps, nous aperçûmes une famille de hérissons sortir de notre tas de branches. Les bébés étaient curieux et n'avaient pas peur. L'un d'eux se dandina jusqu'à moi, renifla ma main tendue, puis tenta de la mordre.

Lorsque l'on s'évertue à faire pousser des fruits, ou des légumes, en quantités prodigieuses comme ce fut mon cas lorsque je vivais au Pays de Galles, les contraintes biologiques et climatiques se rappellent à vous chaque jour, leurs modifications aussi. Si je n'ai remarqué aucun changement notable au sujet des épisodes de gel qui frappent le verger, et font beaucoup de bruit pour rien, il m'est devenu impossible d'ignorer certaines autres tendances, en particulier les épisodes de sécheresse et les pluies extrêmes qui désormais font souffrir nos fruitiers, le pays tout entier et de nombreuses autres régions du monde. Travailler un minuscule lopin de terre m'a fait prendre conscience de l'ampleur de la situation critique que nous vivons, car les conditions qui nous permettent de produire suffisamment de nourriture se mettent à évoluer.

Je finis d'empiler les branches en tas et range mes scies, mes cisailles et mon casque. Puis je prends dans la remise un autre jeu d'outils, pour faire quelque chose dont j'ai du mal à croire que je ne l'avais

*. La ligne d'égouttement est la zone directement située sous la circonférence extérieure des branches d'un arbre. Lorsque la canopée des arbres est mouillée, tout excès tombe au sol le long de cette gouttière, un peu comme avec un parapluie. Par conséquent, c'est là que se situent les radicelles nourricières terminales de l'arbre. Si, comme le font certains, vous déposez le compost autour du tronc, vous risquez de faire pourrir l'arbre au lieu de le nourrir.

jusqu'à présent jamais pratiqué. J'ai exploré toutes sortes de régions boisées et de forêts tropicales, de savanes et de prairies, de rivières, d'étangs et de marais, j'ai parcouru la toundra et les cimes des plus hautes montagnes, les zones côtières et les mers peu profondes. Mais jamais encore je n'avais exploré, à dessein et avec minutie, le sol sous mes pieds.

À certains moments, j'ai vraiment du mal à me comprendre, comme c'est le cas présentement. Pourquoi, alors que j'ai passé plus de trente années à faire pousser ma nourriture, ai-je omis d'explorer l'écosystème qui en soutient tellement d'autres? Pourquoi ai-je négligé le substrat qui nous procure, de façon directe ou indirecte, environ 99 % des calories que nous consommons²?

À l'instar de bien des gens, j'aime à penser que je suis ma propre voie. En réalité, nous sommes tous influencés, dans une plus large mesure que nous ne voulons généralement l'admettre, par le consensus social. Nous pensons selon des schémas établis par d'autres, empruntons des chemins déjà tracés. Nous voyons ce que les autres voient, et ignorons ce qu'ils ignorent. Nous pouvons débattre avec ardeur des quelques questions sur lesquelles sont braqués les projecteurs, mais acceptons, de manière implicite et inconsciente, de faire fi d'autres sujets souvent plus importants. Peu d'enjeux importent autant, ou sont plus obscurs à nos yeux, que celui du sol.

À quelques mètres du cerisier, j'enfonce ma bêche dans l'herbe. Je veille toujours à ce que mes outils soient bien aiguisés pour que, même si le sol est lourd et racineux, la motte se détache proprement. J'y découpe un petit cube de terre de la longueur d'un demi-soc*, ce qui équivaut à peu près à un kilogramme de terre. Puis je m'allonge sur le ventre dans l'herbe et commence à examiner mon prélèvement.

L'Angleterre est un endroit déprimant pour tout naturaliste; voilà du moins ce que je pensais avant d'entamer mes recherches pour écrire ce livre. La biodiversité de sa faune et de sa flore visibles, bien que celles-ci fussent autrefois beaucoup plus riches qu'aujourd'hui,

*. Le soc est la lame quadrangulaire, plate et coupante de la bêche.

n'a jamais égalé celle d'autres régions du monde, sous les tropiques notamment. À présent, elle est réduite à peau de chagrin. Notre pays a perdu tous ses grands prédateurs terrestres et la plupart de ses grands herbivores. Nos réseaux trophiques* sont effilochés, lacunaires ; il manque de nombreuses mailles au filet. Les terres incultes sont rares, et même ces terrains sont souvent mal gérés et pollués. Dans la plupart des régions anglaises, il n'y a vraiment pas grand-chose à voir. C'est du moins ce que je croyais.

Je me rends compte à présent que je ne regardais pas au bon endroit. Tandis qu'à la surface de la Terre, la vie est réprimée et s'appauvrit, on trouve sous terre l'un des écosystèmes les plus riches de la planète. La diversité du sol à ces latitudes est plus intense que presque partout ailleurs. Un article scientifique indique qu'il se pourrait que la relation entre diversité de la flore terrestre et diversité de la faune souterraine soit inversement proportionnelle^{3**}. Un mètre carré de sous-sol de notre verger peut contenir plusieurs centaines de milliers d'animaux, appartenant à des milliers d'espèces différentes. Il m'aura fallu un certain temps pour assimiler cette donnée : plusieurs milliers d'espèces cohabitent dans un seul mètre carré.

La biodiversité des sols anglais équivaut probablement à celle de la forêt amazonienne^{***} ; elle est tout aussi peu étudiée. Les scientifiques estiment que seuls dix pour cent de la mésofaune^{****} du sol ont été identifiés jusqu'à présent⁴. Dans ce verger, il existe sans doute des milliers d'espèces inconnues. Nombre de ces populations sont

*. Un réseau trophique est un ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles au sein d'un écosystème et par lesquelles l'énergie et la biomasse circulent. Le terme trophique se rapporte à tout ce qui est relatif à la nutrition d'un tissu vivant ou d'un organe.

** . Si tel est le cas, l'une des possibles explications tient à ce que, sous les tropiques, températures élevées et fortes précipitations entraînent une élévation des niveaux d'azote inorganique et une plus grande acidité des sols ; ces deux facteurs sont susceptibles d'éliminer les microbes dont se nourrissent de nombreux animaux du sol, réduisant ainsi leur nombre et leur diversité. En revanche, cela ne veut pas dire que l'amoinissement de la biodiversité en surface améliore la biodiversité sous terre, tant s'en faut.

*** . Sans compter les sols d'Amazonie.

**** . La mésofaune est un compartiment de la faune de taille intermédiaire entre la microfaune et la macrofaune. Le terme est une association du grec *mesos*, signifiant « médian » ou « au milieu », et du latin scientifique *fauna*.

endémiques à leur région : aux quatre coins du monde, il n'existe pratiquement aucun microarthropode (des petites bêtes qui détalent) commun aux diverses faunes du sol⁵. Nous sommes aussi largement ignorants de leurs interactions. Par exemple, les écologues s'interrogent sur ce qu'ils nomment l'énigme des Oribates⁶. Évidemment, celle-ci n'a rien d'aussi romantique que celle du Sphinx ; néanmoins, je la trouve tout aussi fascinante. Les oribates forment un sous-ordre d'acariens appartenant au superordre des Acariformes, qui à leur tour constituent un taxon d'arachnides, classe qui comprend notamment les ordres des araignées. Ces bêtes sont minuscules, ressemblent à des crabes et n'ont, à première vue, rien de remarquable. Mais dans une seule poignée de terre, il peut y avoir une centaine d'espèces différentes d'oribates, partageant toutes semble-t-il la même niche écologique. Les écologues ont l'habitude d'observer une seule espèce par niche particulière – celle qui supprime les autres pour devenir dominante. Mais là, un nombre étonnant de bestioles apparentées, de formes, de tailles et de couleurs très variées, vivent les unes à côté des autres, en faisant, apparemment, toutes la même chose. Comment est-ce possible ?

Léonard de Vinci fit remarquer en son temps que nous en savions davantage sur le mouvement des corps célestes que sur le sol de notre propre planète. Ce constat reste vrai aujourd'hui.

Les premières choses que j'observe sont un bout d'os, une coquille d'escargot blanchie, un noyau de prune flétri et un fragment de céramique bleue. Puis, en y regardant de plus près, je remarque un cloporte et un petit mille-pattes transparent, dont les pattes se plient et se déplient dans un mouvement ondulatoire, et dont le corps est parsemé sur les côtés de points rouges, tels les boucliers d'un drakkar viking. Une scolopendre passe en trombe, segment après segment, dans une trouée sombre. Il y a des larves de scarabée brun et des grappes de globes translucides, en forme de croissant blanc, contenant des embryons d'escargots. Les tiges labyrinthiques des jeunes plants se fraient un chemin dans la matrice du sol, en quête de lumière.

J'émiette une pincée de terre dans un tamis fin que je place, en pleine lumière, au-dessus d'un entonnoir posé sur un tube à essai rempli de gin. Je mets le tube sur un porte-éprouvette, pour éviter qu'il ne se renverse, et le laisse cuire au soleil.

Puis je brise une motte de terre, sors ma loupe grossissante 40x et trouve la bonne focale. Ce faisant, la terre s'anime. La première chose que je vois est un collembole: une bestiole de couleur vert olive, souple, arrondie et recouverte de soies plumeuses comme une peluche duveteuse, qui fuit la lumière. Une fois que j'en ai repéré un, j'en vois partout: il y a les petits gris foncé de moins d'un millimètre, les tout petits blancs, un géant de trois millimètres aux tons gris, rose et bleu irisés, une autre espèce à bosse, couleur d'ambre, qui ressemble à une minuscule goutte de miel.

Les collemboles ressemblent un peu à des insectes, mais ils forment aujourd'hui une classe à part. Leur abondance est impressionnante: parfois, on en trouve 100 000 ou plus dans un mètre carré de terre. Leurs formes et leurs habitudes sont aussi variées que celles des insectes. Ces bestioles peuvent être mâles, femelles, bisexuelles (un peu des deux) ou se reproduire par parthénogenèse, un mode de reproduction par immaculée conception; elles vivent presque partout, même en Antarctique, et ont survécu à toutes les extinctions de ces 400 derniers millions d'années. Dans de nombreuses régions du monde, elles sont les tisserandes du réseau trophique du sol: c'est-à-dire qu'elles mettent en lien de nombreuses formes de vie sur Terre. Mais la plupart des gens ne savent même pas qu'elles existent.

Tandis que je suis du regard les collemboles, une bête monstrueuse surgit dans l'objectif. J'ai un mouvement de recul. Il me faut un certain temps avant de réaliser qu'il s'agit d'une fourmi. En regardant autour de moi, je constate que je suis à la limite de la myrmécosphère, la zone d'influence des fourmis dans le sol. À côté de mon épaule se trouve l'un des monticules, d'environ 40 centimètres de haut, que les fourmis jaunes des prés se sont mises à bâtir presque aussitôt après que j'ai enlevé les ronces du jardin.

Ces fourmilières sont comme du béton. Lorsque j'arrache les surgeons de pruniers ou les ronces qui repoussent non loin, je sais que je touche le bord d'un tumulus dès que la bêche s'arrête net, en une secousse qui fait trembler mes mains. Les fourmis prélèvent de l'argile dans le sous-sol et la mélangent à leur salive, fabriquant de la sorte un ciment suffisamment solide pour soutenir leurs dômes à galeries et à étages qui, à l'échelle humaine, correspondraient à des tours de cent

mètres. Dans leurs greniers, enfouis jusqu'à un mètre sous terre⁷, les fourmis transportent des pucerons qui se nourrissent des racines nues des plantes et produisent le miellat, dont elles se repaissent.

Ce sont des ingénieurs écosystémiques, qui impriment leur marque sur toute vie au sein de leur zone. Dans le verger, j'ai remarqué que la véronique petit-chêne, petite plante à fleurs bleues, colonise de façon sélective les toits des fourmilières, tandis que l'herbe qui pousse autour des monticules est plus épaisse et plus foncée que celle qui pousse ailleurs. Les fourmis concentrent les nutriments dans leurs gratte-ciel et autour d'eux, nourrissant par la même occasion les êtres vivants qui se sont adaptés pour vivre à leurs côtés. La face sud-est des fourmilières est plate, inclinée comme un panneau solaire pour absorber la chaleur du matin.

Peu après avoir repéré la fourmi, j'aperçois un crustacé blanchâtre d'un millimètre de long. En le regardant mieux, je découvre qu'il s'agit d'un cloporte commensal de fourmis. Contrairement à ses congénères, il arrive à vivre parmi ces créatures féroces sans être déchiqueté puis mangé. Plus impressionnant encore, ce cloporte persuade les fourmis de le nourrir, en les caressant avec ses antennes et en les suppliant jusqu'à ce qu'elles régurgitent des boulettes de nourriture qu'elles ne se partagent généralement qu'entre elles⁸. Les fourmis jaunes sont presque aveugles, et le cloporte semble les tromper en se parant de leur odeur. Son parfum et les caresses qu'il prodigue avec ses antennes les convainquent qu'il s'agit d'un membre affamé de leur communauté. Toutefois, si la ruse est découverte et que les fourmis attaquent, le cloporte lève les deux cornes situées sur son appendice postérieur et fait gicler un liquide collant sur leur tête, qui coince leurs mandibules.

Je fais la mise au point sur un long centipède pâle, totalement terrifiant au microscope, tel le Grand Ver des légendes médiévales. Il fait claquer ses crochets*, par lesquels s'épanche du venin, puis s'éloigne en rampant, en d'horribles ondulations sinueuses. En comparaison, un docile mille-pattes brun rosé, au corps plat cuirassé d'une large cotte de mailles annelées, paraît fort rustique; il semble couvrir ses

*. Techniquement, il s'agit de pattes avant modifiées, appelées forcipules.

œufs aussi paisiblement qu'une poule de basse-cour. De minuscules vers de terre translucides se tortillent à l'abri de la lumière.

Les acariens sont véritablement partout, ronds et revêches. Dans des sols comme celui-ci, ils sont encore plus nombreux que les collemboles : à certains endroits, on en compte un demi-million par mètre carré⁹ ; c'est stupéfiant ! Certains, comme les bernard-l'hermite, ont de minuscules pattes qui dépassent à peine de leur carapace ; d'autres ont de longues pattes avant qui avancent à tâtons. Ils sont de couleur brune, rose, mauve, jaune, orange et blanche. Sous terre, il semble y avoir une version blanche de tout. Les bestioles blanches vivent généralement dans les grandes profondeurs terrestres où tout est aveugle (entravant toute capacité rudimentaire à distinguer la lumière de l'obscurité), de sorte qu'elles n'ont pas besoin de se camoufler. Tout ce qu'un animal doit créer, notamment la couleur et les yeux, a un coût en énergie et en ressources. S'il peut s'en passer, la sélection naturelle fait en sorte qu'il en soit ainsi.

J'ôte le tube à essai de son support et le place contre une feuille de papier noir. Avec ma loupe, je décèle à peine de minuscules filaments blancs : ce sont des vers nématodes, chassés du sol par la lumière et la chaleur du soleil, qui descendent dans l'entonnoir et tombent dans le gin au fond du tube. Eux aussi sont extraordinairement nombreux, et essentiels aux réseaux trophiques des sols. Quand les bonnes conditions sont réunies, ils peuvent se multiplier par douze en une journée¹⁰.

J'ai l'impression d'être un géant aux gestes lents et brutaux lorsque je pénètre dans les cavités secrètes du sous-sol. Toutes ces bêtes sont lucifuges et se déplacent à une vitesse surprenante dès que la lumière leur tombe dessus. Sans quoi, dans cette jungle vorace, ils seraient immédiatement happés. Je constate le carnage que les prédateurs du sol ont laissé derrière eux : carapaces vides de mille-pattes, élytres de scarabées, coquilles d'escargots désertées, telles des armures dispersées après la bataille.

Puis, je remarque quelque chose qui semble sortir tout droit d'un animé japonais : allongé et blanc, avec deux fines antennes à l'avant et deux autres à l'arrière, dont la prestance et la tonicité rappellent un dragon viril ou un cheval ailé. Je m'attends à moitié à rencontrer

une héroïne miniature du Studio Ghibli qui le chevauche: plus rien ne peut m'étonner. Il a six pattes, mais ce n'est pas un collembole; je n'ai jamais vu d'insecte pareil. Après recherches, je découvre qu'il s'agit d'un diploure. Il appartient à une classe à part entière – de même rang que celle des insectes ou des mammifères – dont je ne savais rien*. Comment est-ce possible qu'après toute une vie vouée à l'étude de l'histoire naturelle et un diplôme en zoologie je n'en aie jamais entendu parler? Et pourtant, la preuve la plus flagrante de mon ignorance est encore à venir.

Peu de temps après, je repère un animal que je prends d'abord pour un minuscule centipède blanc. Maintenant que je regarde attentivement, j'en vois plein. Lorsque j'en examine un de plus près à travers l'objectif, je remarque qu'au lieu des quinze paires de pattes du centipède, il n'en a que douze et, qu'à la place d'une tête caparaçonnée pourvue d'une paire de vilains crochets à venin, sa tête est ronde et douce comme celle d'un herbivore ou d'un mangeur de détritus. En feuilletant un manuel sur l'écologie des sols, je tombe sur une photo, et la réponse m'étonne. Cette bestiole est appelée symphyle; il s'agit non seulement d'une classe dont je n'avais jamais entendu parler mais aussi, selon certaines sources, d'un embranchement** à part entière***.

Un embranchement, ce n'est pas une mince affaire. Les êtres humains appartiennent à la famille des Hominidés, les grands singes. Cette famille, à son tour, appartient à l'ordre des primates: petits et grands singes, lorises, tarsiers, galagos et lémurins. Cet ordre est un sous-ensemble de la classe que nous appelons les mammifères (Mammalia), qui englobe tous les animaux qui vont des musaraignes aux baleines. Les mammifères sont une composante de l'embranchement des chordés (Chordata), qui rassemble oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, amphioxiformes, ascidies et nous. Voilà que je

*. La taxonomie de la faune du sol évolue sans cesse, de sorte qu'au moment où ce livre sera publié, cette catégorisation sera peut-être dépassée. Au cours des dernières années, les diploures ont été traités alternativement comme une classe, une sous-classe et un ordre.

** La classification traditionnelle des espèces repose sur une hiérarchie fixe de catégories (les rangs de taxon), définie de la façon suivante: ensemble du vivant > règne > embranchement > classe > ordre > famille > genre > espèce.

***. Là encore, cette classification ne cesse de changer. Parfois les symphyles sont considérées comme une classe, parfois comme un embranchement.

me trouve actuellement en présence d'un embranchement (comme l'affirment certains), une division comparable aux Chordata, qui comporte probablement beaucoup plus d'êtres vivants et qui, jusqu'à maintenant, m'était totalement inconnue.

Une prodigieuse pensée m'assaille. Il m'est possible d'observer dans cette demi-portion de terre plus de branches du vivant que je n'en ai vu dans le parc national du Serengeti, ou dans tout autre écosystème. On y trouve des insectes et des crustacés, des acariens et des araignées, des chilopodes (centipèdes) et des diplopodes (mille-pattes), des collemboles et des vers, des mollusques et des bestioles dont j'ignorais complètement l'existence.

Le sol peut accueillir cette riche diversité en raison de son immense étendue. Dans le cas – extrême – des meilleurs sols argileux, un seul gramme de terre (soit une demi-cuillerée à café de poudre sèche) pourrait couvrir, en étalant à plat le moindre de ses grains, une surface totale de 800 mètres carrés, soit juste un peu moins que celle de notre verger. Fait tout aussi significatif, le sol, loin de constituer une masse indifférenciée comme je le pensais autrefois, est une cité cosmopolite composée de maintes zones et structures, au sein de laquelle des cultures fort distinctes cohabitent dans des arrondissements mitoyens. L'une de ces zones est la myrmécosphère, le quartier des fourmis, lui-même divisé en districts subalternes. Néanmoins, celle qui importe le plus au plan écologique est constituée des abords immédiats des zones racinaires des plantes, connus sous le nom de rhizosphère. C'est de cette zone que dépend l'humanité. Lorsque je fends la motte, l'entrelacs racinaire est si dense que j'ai l'impression de déchirer une trame.

Je porte mon attention sur un minuscule filament racinaire. À l'œil nu, on ne distingue qu'un unique brin, aussi fin qu'un fil de coton. Mais en le regardant à la loupe, je constate que des poils racinaires forment un manchon de quelques centimètres, scintillants comme des cristaux dans la lumière du soleil. Chaque radicelle possède à son extrémité cette zone pilifère, qui s'allonge ; à cette période de l'année, la durée de vie de ces poils n'excède pas un ou deux jours. Certains

ressemblent à des moustaches, d'autres sont tissés en trame si serrée qu'ils me font penser au maillage en nylon effiloché d'un cordon de fer à repasser. Ce sont les filaments – les hyphes – des mycètes, dont la vie s'enchevêtre à celle des plantes.

Dans la plupart des cas, il ne s'agit pas de mycètes (*fungi**) dont nous observerons les fruits à l'œil nu, bien que les grands champignons, comestibles et vénéneux, tissent eux aussi des relations avec les plantes. La grande majorité des espèces du règne fongique – un large groupe diversifié qui en compte sans doute plusieurs millions** – ne vivent que dans le sol, entrelacées aux racines des plantes dont elles dépendent pour proliférer. La plupart des plantes comptent sur ces mycètes pour mieux absorber l'eau et les nutriments du sol¹¹. La plante alimente les *fungi* avec les glucides et lipides*** qu'elle produit par photosynthèse; en retour, ils lui apportent azote, phosphore et autres éléments nutritifs qu'ils extraient du sol et transportent avec une efficacité bien supérieure à celle des plantes. Leurs infimes hyphes se glissent dans les pores trop étroits pour que les plus fins poils racinaires puissent s'y aventurer, et les enzymes et acides qu'ils libèrent brisent les liaisons chimiques des molécules minérales que les plantes ne sont pas capables de rompre.

Cette relation symbiotique mutuellement bénéfique est aussi ancienne que l'apparition des premières plantes terrestres, il y a quelque 460 millions d'années¹². Lorsque les algues émergèrent de l'eau, elles n'avaient pas de racines: dans l'océan, elles étaient capables d'absorber directement les nutriments dans l'eau. Pour survivre, elles ont dû tisser des relations avec les mycètes qui depuis longtemps

*. Le taxon de champignon est aujourd'hui obsolète. Le règne des *Fungi*, aussi appelés Mycètes, constitue un taxon regroupant des organismes eucaryotes appelés communément champignons. (NDT)

**. Anciennement, règne des champignons donc... Environ 120 000 espèces de Mycètes ont été décrites à ce jour (avec un rythme moyen de 1 300 espèces nouvelles décrites annuellement), mais la majorité sont des micro-organismes incultivés et les estimations des mycologues de leur nombre total, basées notamment sur des analyses métagénomiques d'un grand éventail de sols, vont de 0,5 à 10 millions; l'établissement de l'inventaire fongique qui se voudrait exhaustif prenant plusieurs milliers d'années au rythme de description actuelle. (NDT)

***. Les lipides constituent la matière grasse des êtres vivants et dérivent essentiellement de deux types de composés jouant le rôle de briques élémentaires, comprenant les acides gras et d'autres composés organiques essentiels.

avaient colonisé la terre et n'étaient, en réalité, rien d'autre que des racines. De la même façon que nous savons désormais que nous ne sommes pas les êtres singuliers que nous supposons être, mais bien plutôt une communauté symbiotique de milliards de microbes au sein d'un système multicellulaire, il va nous falloir appréhender les plantes, non comme des individus robustes, mais comme des associations d'êtres vivants non apparentés qui combinent leurs forces pour créer des formes de vie d'une telle complexité que nous commençons tout juste à saisir à quel point nous en savons peu à leur sujet.

Dans des endroits comme notre verger, là où la flore est bien implantée, on compte environ un kilomètre de filaments fongiques¹³ par gramme de sol : un kilomètre, dans moins d'une cuillerée à café ! Les filaments de chaque mycète forment un réseau dense appelé le mycélium. Dans certaines forêts, le mycélium d'un seul *fungus* peut s'étendre sur plusieurs kilomètres carrés de sol, même si en règle générale, leur étendue est moins vaste. La croissance des mycètes est capricieuse : ils établissent constamment de nouvelles relations, modifient sans cesse les conditions de leurs interactions durables, s'enchevêtrent les uns aux autres, déplacent les nutriments d'un endroit à l'autre pour garantir leur propre survie tout en étant au service de leurs plantes hôtes. Certains relient les racines de centaines de plantes entre elles.

La découverte que les sucres passent parfois des racines d'arbres forts et sains à celles d'arbres faibles ou malades a suscité une grande excitation chez celles et ceux qui y ont vu la preuve de l'altruisme des plantes. Mais, comme le suggère Merlin Sheldrake dans son merveilleux livre sur le règne fongique intitulé *Entangled Life* (La Vie enchevêtrée), une explication plus probable serait que les mycètes cultivent en fait leurs hôtes, transférant les nutriments d'une plante à l'autre, en vue de s'assurer que toutes celles dont ils dépendent restent en vie¹⁴.

Sheldrake étudie aussi la possibilité que le mycélium fongique soit une forme de vie intelligente. Les mycéliums possèdent une mémoire directionnelle. Ils peuvent s'orienter dans des labyrinthes. Ils peuvent aussi envoyer des messages d'un bout à l'autre du réseau, adaptant leurs réponses en fonction de l'endroit d'où est envoyé le

stimulus. Depuis qu'il a été mis en évidence que les hyphes sont capables de conduire des impulsions électriques à des fréquences similaires à celles qui se produisent dans les cellules nerveuses sensorielles d'un animal*, certains chercheurs estiment que les millions de connexions au sein d'un réseau mycélien jouent le rôle de « portes décisionnelles » ou de processeurs, et que chaque réseau serait comme une sorte d'ordinateur.

Les *fungi* sont essentiels à la santé des plantes avec lesquelles ils se développent. Peut-être plus encore que leurs partenaires végétaux, ils trament le tissu pédologique¹⁵, protègent les sols de l'érosion, absorbent la pluie qui tombe sur terre et emprisonnent le carbone qu'elle contient.

Tout cela, pourriez-vous penser, est déjà franchement remarquable. Mais ce qu'il m'est impossible de voir, même avec une loupe, est encore plus extraordinaire !

Voici un fait qui change tout ce que nous pensions savoir sur les systèmes vivants qui assurent notre survie. De tous les sucres qu'elles fabriquent par photosynthèse, les plantes en rejettent entre 11 % et 40 % dans le sol¹⁶. Elles ne les libèrent pas par hasard. Elles les envoient délibérément dans le sol. Plus étrange encore, avant de les relâcher, elles transforment certains de ces sucres en composés d'une complexité extrême, avec des noms impossibles à prononcer, tels que

2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one

Fabriquer de telles molécules chimiques nécessite de l'énergie et des ressources. À première vue, répandre ce coûteux mélange dans le sol peut sembler fou, un peu comme si des humains jetaient de l'argent par les fenêtres. Pourquoi les plantes agissent-elles ainsi ? Répondre à cette question revient à ouvrir grand le portail d'un jardin secret.

Ces substances chimiques complexes ne sont pas larguées au petit bonheur dans le sol, mais déversées au cœur de la région immédiatement formée et influencée par les racines¹⁷, la rhizosphère. Elles

*. Soit, grosso modo, potentiellement 4 actions par seconde.

sont libérées pour créer et organiser une série de relations merveilleusement complexes avec les êtres vivants sur lesquels repose toute vie : les microbes.

Le sol est bourré de bactéries. Son odeur terreuse est celle des composés chimiques qu'elles produisent. Le péttrichor, l'odeur dégagée par un sol sec lorsque la pluie tombe dessus, est en grande partie dû à un ordre de bactéries appelé les actinomycètes. La raison pour laquelle deux sols n'ont pas la même odeur tient à ce qu'ils n'hébergent pas tous la même communauté bactérienne. Chacun, pour ainsi dire, a son propre terroir. Les biologistes appellent les microbes telluriques « le chas de l'aiguille », par lequel tous les nutriments disponibles doivent passer avant de pouvoir être utilisés par le reste du réseau trophique¹⁸.

Ces microbes vivent partout dans le sol, mais dans la plupart des coins, ils sont le plus souvent en dormance et attendent de recevoir les messages qui les activeront. Lorsqu'une racine de plante s'enfonce dans une motte de terre et commence à envoyer des signaux chimiques et des sucres, elle déclenche une explosion d'activité. Les bactéries qui répondent à son appel se nourrissent de la riche soupe que leur sert la plante et prolifèrent à une vitesse étonnante, pour former certaines des communautés microbiennes les plus denses de la planète. Un seul gramme de sol dans la rhizosphère¹⁹ peut contenir un milliard de bactéries. Sans elles, la plante ne peut pas fonctionner.

Ces bactéries recueillent et synthétisent une grande partie des nutriments nécessaires à la survie des plantes. Les bactéries de la rhizosphère, les mycéliums qui s'enchevêtrent aux racines* et d'autres microbes captent le fer, le phosphore ainsi que d'autres éléments telluriques et assurent la nutrition minérale des plantes. Ces micro-organismes du sol décomposent les substances organiques complexes pour que les racines puissent les absorber²⁰. Les bactéries sont les seules à pouvoir transformer l'azote atmosphérique en minéraux (nitrate et ammoniac) essentiels à la constitution des protéines. Aucun réseau trophique ne peut survivre sans bactéries.

*. Les bactéries semblent également stimuler les relations entre plantes et mycélium, et détruire les toxines qui inhibent le développement des mycètes.

Celles du sol synthétisent également des substances phytohormonales et d'autres substances chimiques spécifiques qui interviennent sur la croissance des plantes. La complexité de certains de ces composés que la plante libère dans le sol tient à ce qu'elle ne cherche pas à activer n'importe quelles bactéries, mais bien celles qui sont les plus efficaces pour favoriser son développement²¹. Les plantes parlent des langages chimiques que seule la flore microbienne tellurique à laquelle elles souhaitent s'adresser peut comprendre.

Ces langages diffèrent d'un endroit à l'autre, selon les moments ; ils sont fonction des besoins de la plante²². Lorsque les plantes sont en manque de certains nutriments, ou que le sol est trop sec ou trop salin²³, elles font appel aux bactéries qui peuvent les aider à surmonter ces contraintes. Les biologistes appellent cela un « appel au secours ». En réponse à ces appels chimiques, une communauté microbienne spécifique prolifère à proximité de leurs racines.

En prenant du recul par rapport à ces faits, une réalité se fait jour qui transforme notre compréhension de la vie sur Terre. La rhizosphère se situe à l'extérieur de la plante, mais elle est aussi essentielle à sa santé et à sa survie que ses propres tissus végétaux. En pratique, il s'agit de l'intestin externe de la plante²⁴.

Certaines similitudes entre la rhizosphère et l'intestin humain, où les bactéries vivent également en quantité étonnante, sont d'une inquiétante étrangeté. Au sein des deux microbiomes, les communautés microbiennes décomposent la matière organique en composants élémentaires que la plante ou la personne peut absorber. Il existe plus d'un millier d'embranchements de bactéries, et pourtant, on retrouve toujours les mêmes quatre *phyla** monopolisant la rhizosphère et l'intestin des mammifères²⁵. Ces quatre groupes bactériens présentent peut-être des caractéristiques qui les rendent plus aptes que d'autres à coopérer.

Dans l'espèce humaine, le système immunitaire du nourrisson est moins actif que celui de l'adulte, ce qui permet à un large éventail de bactéries de s'établir dans nos intestins. De même, les jeunes

*. Les Firmicutes, Bacteroides, Pseudomonadota (communément appelées protéobactéries en français) et Actinobactéries.

plants libèrent moins de substances immunitaires dans le sol que leurs aînés, créant ainsi un environnement favorable pour une grande variété de microbes qui viennent coloniser leur rhizosphère²⁶. Le lait maternel des femmes contient des glucides appelés oligosaccharides. Au début, les scientifiques ont eu du mal à comprendre pourquoi les mères sécrètent ces composés, car les bébés ne peuvent pas les digérer. Désormais, on suppose que leur seul but est de servir de repas aux « bonnes bactéries » avec lesquelles l'enfant va grandir. Elles cultivent sélectivement une seule souche bactérienne* dont le rôle est crucial dans le développement de l'intestin et la mise en place du système immunitaire²⁷. De la même façon, les jeunes plants libèrent de grandes quantités de saccharose dans le sol, pour alimenter et développer leur microbiome en cours de croissance.

Tout comme l'intestin humain, la rhizosphère ne se contente pas de digérer les aliments, elle contribue également à protéger les plantes contre les maladies. De la même manière que la microflore intestinale rivalise avec les bactéries pathogènes envahissantes et s'attaque à elles, le microbiote rhizosphérique forme une enceinte défensive autour de la racine. Les plantes nourrissent des espèces bactériennes bénéfiques, afin que celles-ci éliminent les microbes et mycètes pathogènes^{28**}.

Parfois, les plantes recourent à la guerre chimique, libérant des substances qui empoisonnent ou éliminent les microbes nuisibles, en même temps qu'elles stimulent les microbes utiles²⁹. Certaines de ces attaques chimiques sont précises au point de pouvoir neutraliser une variété pathogène d'une certaine espèce bactérienne, mais pas la « bonne » mutation génétique *de la même espèce*³⁰. Tantôt, plante et bactérie se liguent pour lutter contre un ennemi commun, produisant toutes deux le même agent immunitaire³¹. Tantôt, les signaux de détresse lancés par leurs plantes hôtes incitent les microbes à attaquer leurs rivaux avec des substances antibiotiques³². À d'autres moments, pour lutter contre un *fungus* nuisible qui a réussi à envahir ses racines, la plante baisse ses défenses habituelles pour permettre

*. *Bifidobacterium longum infantis*.

**.. C'est ce qu'on appelle la « résistance à la colonisation » (RC).

à certaines espèces bactériennes de l'envahir également, afin qu'elles combattent et éliminent le *fungus* présent dans les tissus racinaires³³.

Les agents pathogènes contre-attaquent contre les auxiliaires microbiens de la plante en faisant usage de « protéines effectrices » mortelles³⁴. Par ailleurs, nombre de ces pathogènes ont muté; ce qui était censé les supprimer désormais les renforce. Certains *fungi* et insectes nuisibles utilisent également les signaux de détresse d'une plante pour la localiser et l'attaquer en retour³⁵.

Les plantes font aussi appel à l'aide de bestioles plus grandes. Lorsque les insectes attaquent leurs racines, elles libèrent des substances chimiques volatiles dans le sol qui attirent certaines espèces de nématodes³⁶: les minuscules vers blancs que j'avais trouvés dans mon tube à essai. Ces nématodes entomopathogènes utilisent leur stylet acéré pour s'infiltrer sous la peau des chenilles souterraines. Puis ils envahissent l'insecte par ses ouvertures naturelles et relarguent des cellules bactériennes symbiotiques bioluminescentes qui vivent dans leur tube digestif. Ces bactéries produisent une toxine insecticide qui tue la larve et des antibiotiques qui éliminent la faune microbienne de l'insecte infecté. Ensuite, elles digèrent la chenille de l'intérieur et la convertissent en nutriments, dont les nématodes se nourrissent aussi.

L'explosion de la population des nématodes est telle que l'on compte parfois jusqu'à 400 000 jeunes dans le cadavre pourri d'une seule chenille³⁷. Ils s'échappent de sa carcasse molle en quête de nouvelles proies dans le sol. Ces proies sont souvent faciles à trouver, car les bactéries bioluminescentes colorent les chenilles qu'elles infectent d'une lueur bleue. Cet éclat bleuté semble attirer d'autres chenilles, qui constituent alors un butin à saisir.

Suite à la bataille de Shiloh dans le Tennessee, en 1862 durant la guerre civile américaine, des milliers de soldats blessés furent laissés étendus dans la boue, parfois pendant deux jours et deux nuits; dans les deux camps, le nombre de victimes était tel que les armées n'avaient pas les moyens de récupérer les corps, ni de les soigner. Beaucoup périrent de leurs blessures et des infections qui en résultèrent. Mais la nuit, certains blessés remarquèrent une étrange lueur bleue qui semblait émaner de leurs plaies. On pouvait voir de loin

cette pénombre spectrale qui se dégageait d'eux. Les chirurgiens sur le champ de bataille constatèrent que les soldats dont les blessures luisaient guérissaient plus rapidement et survivaient mieux que les autres³⁸. Ils appelèrent ce phénomène la « lueur de l'ange ».

Il fallut attendre cent trente-neuf ans avant qu'une explication fût proposée pour rendre compte de cette « lueur de l'ange », lorsqu'un lycéen de dix-sept ans, William Martin, persuada son ami Jonathan Curtis de mener l'enquête avec lui³⁹, suite à une intuition qu'il avait eue. Dans leur article, pour lequel ils reçurent un prix scientifique national, ils affirmaient que les soldats avaient vraisemblablement été attaqués par des nématodes entomophages présents dans la terre qui avait contaminé leurs plaies. Les nématodes avaient relargué leurs bactéries, et les antibiotiques sécrétés par ces microbes avaient sans doute détruit les autres agents pathogènes infectant les plaies. Comme la bactérie bioluminescente avait muté pour infecter des insectes, dont la température corporelle est inférieure à celle des humains, les étudiants émirent la supposition que seuls les soldats en hypothermie avaient été inoculés. Lorsqu'ils furent emportés hors du champ de bataille pour être soignés, leurs corps s'étaient réchauffés et la bactérie qui les avait sauvés était morte, évitant ainsi les complications. (Une espèce bactérienne apparentée, adaptée aux températures des mammifères, provoque de graves infections⁴⁰).

Bon nombre des antibiotiques utilisés en médecine furent d'abord mis au point par les bactéries telluriques⁴¹ pour leur usage propre lors des violentes batailles souterraines qu'elles livrent, dont la plupart se déroulent dans la rhizosphère. Comme certains de ces médicaments essentiels commencent à perdre de leur efficacité – parce que les microbes que nous cherchons à tuer grâce à eux deviennent toujours plus résistants –, il est urgent d'en découvrir de nouveaux. Il est fort probable que la rhizosphère constitue un riche gisement. Grâce au développement de la génomisotopie – techniques qui consistent à identifier les groupes de gènes dans le code génétique d'un être vivant qui synthétisent certaines substances chimiques complexes –, les chercheurs ont déjà découvert de nouveaux antibiotiques dans le microbiote des plantes⁴². À l'heure actuelle, la moitié à peine des principaux groupes de bactéries telluriques sont cultivés en laboratoire⁴³ :

il nous reste beaucoup à faire afin de savoir tout ce dont recèle la rhizosphère.

Le microbiote rhizosphérique des plantes – leur intestin externe – les protège également contre les attaques pathogènes en stimulant leur système immunitaire. Lorsque des mycètes ou des insectes s'attaquent à ses feuilles, l'une des premières réactions d'une plante va être de libérer des hormones dans le sol, pour envoyer des signaux aux bactéries qui y vivent et les appeler au secours. Cette manière de réagir peut sembler étrange car les bactéries telluriques sont incapables de s'extraire hors du sol pour mener combat contre les agents pathogènes présents sur les feuilles supérieures de la plante. Mais les cellules bactériennes renvoient ce signal en l'associant à leur propre message chimique et activent ainsi la réponse immunitaire de la plante^{44*}. Cela permet de favoriser la production des substances chimiques immunitaires dans ses feuilles et de déclencher la fermeture de ses pores (ou stomates) par lesquels les mycètes pourraient l'envahir⁴⁵.

Cette méthode pour lutter contre un agresseur peut sembler laborieuse. Mais comme le système immunitaire de la plante hôte a co-évolué avec les bactéries, il est engagé tout au long de sa vie dans cette relation symbiotique avec celles-ci ; il ne peut pas fonctionner autrement. Ce processus est similaire à celui que l'on observe dans l'intestin humain. Le microbiote intestinal – composé de bactéries amicales ou pathogènes, et d'autres encore aux rôles changeants – éduque nos cellules immunitaires et leur envoie des messages chimiques pour les alerter lorsque des agents pathogènes tentent de percer la muqueuse protectrice du côlon et d'attaquer la paroi intestinale⁴⁶.

Nous savons désormais qu'une hygiène excessive, associée à la surconsommation d'antibiotiques et au passage d'une alimentation variée et riche en fibres à une alimentation moins diversifiée et pauvre en fibres, endommage notre microbiome digestif, en réduisant le nombre d'espèces qu'il contient. Cela nuit à notre santé alimentaire et à notre système immunitaire. De même, les agronomes ont mis

*. On appelle ce processus la « résistance systémique acquise ».

en évidence ces dernières années que les plantes semblent moins capables de lutter contre certains agresseurs pathogènes lorsque les sols dégradés dans lesquels elles poussent n'hébergent plus qu'une faible diversité de microbes⁴⁷. Les sols ont été mis à mal par le recours abusif aux engrais, pesticides ou fongicides, par le labourage excessif et le tassement provoqué par l'utilisation répétée d'engins lourds ; aujourd'hui, les parasites et les ravageurs sont les mieux placés pour tirer profit de leur appel à l'aide. Dans les deux cas, cela provoque une dysbiose⁴⁸. Ce terme médical désigne l'effondrement de nos colonies microbiennes intestinales. Mais on peut aussi s'en servir pour nommer la désintégration de tout écosystème⁴⁹.

D'intéressantes recherches font l'hypothèse que les sols dotés d'un microbiote riche et équilibré éliminent les bactéries pathogènes qui provoquent des maladies chez les humains⁵⁰, diminuant de la sorte la probabilité que nous soyons contaminés par notre alimentation⁵¹. Notre santé dépend de celle des sols, de manière à la fois évidente et imperceptible.

Les chercheurs ont ainsi découvert qu'à l'instar des biomes intestinaux sains et malsains, les sols peuvent être « suppressifs » (résistants) ou « sensibles » aux maladies. Lorsque les plantes meurent, elles peuvent laisser en héritage les bactéries qu'elles ont cultivées dans le sol, protégeant ainsi celles qui pousseront à leur place. Actuellement, certains chercheurs expérimentent l'équivalent agricole de la transplantation fécale. À la façon des médecins qui transfèrent des selles d'une personne saine à une personne malade, certains agronomes supposent qu'implanter des échantillons d'un sol suppressif dans un sol malsain et « sensible » permettrait d'éliminer les agents pathogènes, bactériens et fongiques⁵².

*

Quelque chose dans le trou que je viens de creuser attire mon œil. C'est un énorme lombric, qui s'agite dans le vide, se demandant sans doute où est passé son terrier. Je me sens soudainement coupable. J'ai appris que les galeries des vers de terre peuvent servir de logis pendant de nombreuses années, parfois des décennies, à des