



# La truffe et son réseau : amis, amants et... exploités

La complexité généalogique de ce champignon étrange

Texte : Marc-André SELOSSE &  
Laure SCHNEIDER-MAUNOURY

Les truffes protègent leurs spores, ces cellules reproductrices qui les dispersent et multiplient, en les produisant dans le sol où elles craignent peu les accidents, chocs ou sécheresses. Encore faut-il les disperser : pas question, comme les cèpes ou les girolles, d'avoir recours au vent ! Cette stratégie souterraine n'a pu évoluer qu'avec l'émergence d'un partenariat avec les animaux : insectes, limaces, rongeurs ou grands mammifères, comme l'homme, sont attirés par les odeurs émises à maturité. Voilà ce qui nous séduit nous-mêmes : des composés soufrés, étonnants pour le débutant mais qu'on apprend bien vite à aimer !

Midi de la France surtout. Automne, hiver.



Truffe à spores noires ou Truffe du Périgord.  
*Tuber melanosporum.*

*Truffe à spores noires ou Truffe du Périgord.*  
Nouvel atlas de poche des champignons comestibles et  
vénéneux, vol. 1 (1912) de Paul Dumée  
(sous licence BHL CC-BY-2.0).



## Courtisée par les animaux

D'ailleurs, l'homme détecte les truffes grâce à des chiens spécifiquement dressés, mais aussi des animaux qui les recherchent pour les manger eux-mêmes : cochons, voire rats domestiqués, ainsi qu'une mouche sauvage, *Suillia gigantea*, qui les traque pour y pondre ses œufs. Pour les animaux, l'attrait des truffes est accru par leur maturité tardive, automnale voire hivernale, au moment où la disette commence.

Pourtant, c'est un marché de dupes, car la truffe est, pour l'essentiel, indigestible et donc peu nourrissante. L'enveloppe des spores, colorée en brun ou noir selon les espèces, est imprégnée de mélanine (de même que la « peau » des truffes de couleur noire). Ce composé noir que notre organisme utilise, en petites inclusions dans certaines de nos cellules, pour colorer les cheveux et la peau, sert chez les champignons à rigidifier la paroi qui entoure les cellules ! C'est le cas des spores de truffe, dont les parois riches en mélanine résistent à la digestion. Tout au plus, les enzymes digestives fragilisent-elles légèrement la paroi, ce qui facilite la germination ultérieure des spores... après la dispersion dans les crottes. Chez les truffes, une spore dans un excrément est en passe de réussir !

Il existe plus de 80 espèces de truffes, appartenant au genre *Tuber*, toutes comestibles mais plus ou moins agréables au goût, et toutes dans l'hémisphère nord. De nombreuses autres espèces de champignons, bien que sans lien au genre *Tuber*, ont aussi adopté ce mode de production souterraine des spores : il est apparu plus d'une centaine de fois dans l'évolution des champignons ! Associé, toujours, à une dispersion par les animaux et à des odeurs fortes, c'est donc une stratégie copiée... mais peu connue de nous qui ne voyons que les champignons de surface !

Parmi les espèces du genre *Tuber*, seules certaines ont attiré l'homme au point qu'il les commercialise et cherche à les reproduire : la truffe du Périgord (*Tuber melanosporum*) et celle de Bourgogne (*Tuber aestivum*), de couleur noire, sont à plus de 80% récoltées dans des plantations d'arbres truffiers ; la



Page extraite de Hoffmann-Dennert botanischer Bilderatlas (1911)  
(sous licence BHL CC-BY-2.0).



truffe du Piémont (*Tuber magnatum*), plus pâle, est cueillie à l'état sauvage seulement. Dans la péninsule ibérique et dans le monde arabe, on aime la truffe du désert, une espèce d'un autre groupe (*Terfezia boudieri*), bien moins savoureuse toutefois.

### Un champignon qui aime les plantes...

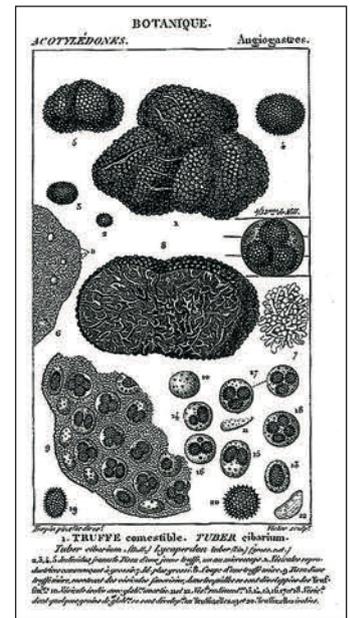
Mais pourquoi les truffes poussent-elles sous les arbres ? Contrairement à une idée répandue, il ne s'agit pas que de chênes : ce peuvent être des charmes, des noisetiers, voire des pins ; en revanche, ces arbres doivent supporter le calcaire et la sécheresse, car la truffe est un champignon calcicole de sols secs. Un ministre prussien de l'Agriculture posa cette question du lien à l'arbre, vers 1880, au biologiste allemand Albert Frank.

Celui-ci découvrit alors que la partie microscopique de la truffe, qui est faite de filaments souterrains, les hyphes, est associée physiquement aux racines des arbres. Il découvrit à cette occasion une interaction majeure, pratiquée par bien d'autres espèces de champignons, en particulier avec les arbres forestiers. Amanites, lactaires, cèpes, girolles... forment aussi cette structure mixte, mêlant leurs filaments aux cellules des racines : il la nomma mycorhize (du grec *mukes*, « champignon », et *rhiza*, « racine »). Complètement couverte d'hyphes, la mycorhize est doublement vitale pour les partenaires : les hyphes aident les racines à puiser dans le sol eau et sels minéraux, tandis que la plante leur fournit du sucre et des vitamines. Cela explique une pratique bien connue pour produire des truffes : on plante des arbres sur les racines desquels on a inoculé de la truffe. Puis on attend, au moins 5 ans, avec divers traitements du sol et des arbres... et certains arbres entrent en production. Mais le rendement est incertain et la biologie de ce champignon reste bien mal connue ! Plusieurs découvertes récentes, impliquant notamment notre équipe au Muséum (Interactions et Évolution Végétale et Fongique), ont néanmoins affiné notre connaissance des truffes.

### ... qui aime les plantes à l'excès !

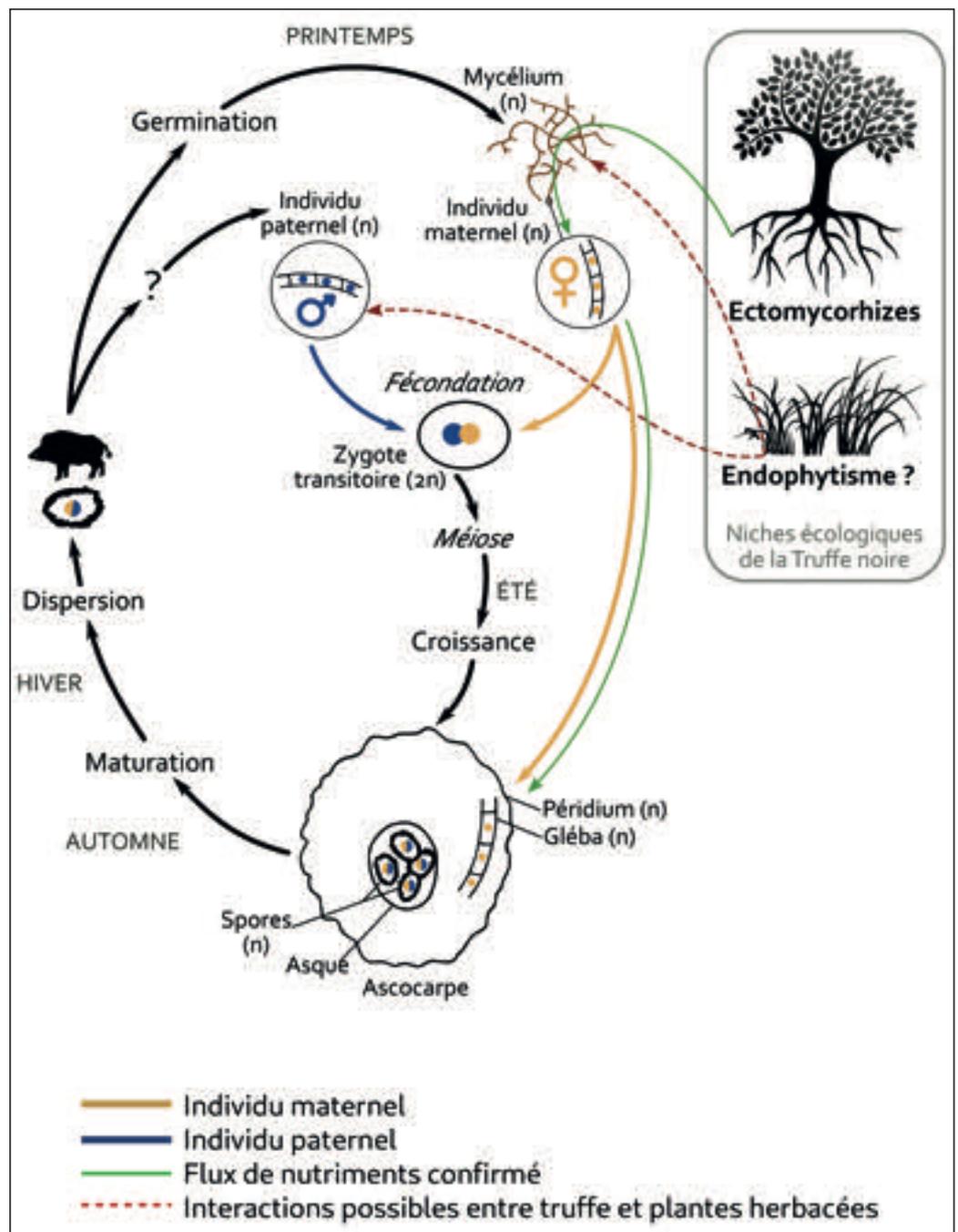
D'abord, autour des arbres truffiers, là où poussent les hyphes de truffe, la végétation herbacée est spontanément rabougrie, peu dense et faite d'herbes mal développées. On appelle « brûlé » cette zone qui ressemble à une aire incendiée où les plantes commenceraient à repousser. On pensait que la concurrence avec les arbres truffiers ou que des toxines des hyphes en étaient la cause ; l'hypothèse d'un parasitisme avait aussi été avancée. Récemment, on a observé que les hyphes de truffe colonisent diffusément les racines de plantes du brûlé appartenant à des espèces différentes : lins, achillées, géraniums, bromes, etc. Les hyphes grandissent, ici et là, entre les cellules racinaires.

Il ne s'agit pas de mycorhize : la structure n'est pas organisée et les hyphes de truffe sont très peu abondants. Aucun symptôme ne semble affecter ces racines... qui paraissent normales extérieurement. Mais des expériences en pot, avec des chênes verts mycorhizés ou non par la truffe du Périgord, montrent que les plantes herbacées du brûlé souffrent de la présence des truffes. D'un côté, les hyphes de truffe noire sont deux fois plus abondants dans le sol lorsque les plantes du brûlé y sont présentes ; mais, d'un autre côté, la présence de truffe réduit de 40 % le développement de ces plantes et les appauvrit en azote et en phosphate. La truffe détourne ces ressources pour elle-même et les arbres sur lesquels elle forme des mycorhizes. Bien plus, en présence de truffe, la germination d'herbacées dans les pots est réduite de près d'un quart ! L'observation d'une interaction avec les plantes herbacées complique notre vision de la truffe et remet en question les pratiques de trufficulture qui travaillent le sol au point de le laisser... dénué de toute herbe !



Cycle de vie de *Tuber cibarium*, ancien nom de *Tuber melanosporum*. Gravure sur bois, auteur inconnu (fin du XIX<sup>e</sup> siècle).





Cycle reproductif de la truffe noire. Schéma de Laure Schneider-Maunoury.

### Une histoire d'amour

Lorsque vient la saison, les hyphes de la truffe érigent leurs organes producteurs de spores : c'est la partie que nous mangeons sous le nom de truffe, mais les spécialistes l'appellent ascocarpe. Cet organe charnu est initié vers la fin du printemps sous forme d'un globule primordial de moins d'un centimètre et de couleur rouge, car la mélanine y est encore en cours de fabrication. L'été est déterminant pour la

croissance de l'ascocarpe et, dans bien des régions, la trufficulture a été améliorée par des techniques d'irrigation estivale qui, sans envoyer les sols, apportent l'eau nécessaire à la survie et à la croissance des jeunes ascocarpes. Dans le Languedoc-Roussillon, les étés actuels sont très secs et il n'y a pratiquement plus de production sans irrigation, changement climatique oblige. La génétique nous enseigne que chaque ascocarpe est le produit de l'union entre deux individus du sol (les truffes ne peuvent





pas s'autoféconder). L'un des partenaires participe à la formation des spores et édifie les parties stériles de l'ascocarpe, c'est-à-dire l'enveloppe et les veines blanches à l'intérieur qui sont de véritables gaines d'approvisionnement : c'est là que circulent des aliments au cœur des hyphes et de l'air entre les hyphes... L'autre partenaire ne se détecte que sous forme de gènes dans les spores : celles-ci contiennent donc les gènes des deux parents ; issues de leur union, elles sont leurs descendants. Dans cette union asymétrique, le parent qui protège et nourrit les spores est appelé la mère ; l'autre est le père. C'est un peu comme une femme enceinte : autour de l'embryon se trouvent uniquement les cellules maternelles ; l'embryon, lui, cumule des gènes du père et de la mère.

La recherche des deux parents dans l'environnement a révélé une autre asymétrie entre partenaires. Des méthodes d'analyses génétiques détectent très facilement les hyphes des mères autour des ascocarpes qu'elles engendrent, formant aussi bien des mycorhizes sur les arbres que colonisant les racines des plantes herbacées du brûlé. On comprend qu'elles trouvent ainsi les ressources nécessaires à la croissance de l'ascocarpe. Des travaux récents de l'INRA de Nancy ont démontré le flux de carbone et le lien physique (qui n'avait pas été observé auparavant) entre mycorhizes sur l'arbre et ascocarpes, qui s'opère par les hyphes de la mère. En revanche, on ne trouve jamais trace des hyphes du père !

Une autre caractéristique est que les mères survivent souvent d'une année sur l'autre et couvrent de très grandes surfaces dans les brûlés : elles y jouent un rôle maternel dans plusieurs ascocarpes. En revanche, les pères sont souvent présents une seule année, et dans un seul ascocarpe !

### **Père absent ou père d'un jour ?**

Alors... où vit le père ? Une première possibilité est qu'il se développe à distance : il enverrait d'hypothétiques éléments fécondants (ce qu'on appelle des spermatozoïdes) par l'eau ou le vent. Mais, génétiquement, les pères sont toujours très semblables aux mères, ce qui ne peut

s'expliquer que s'ils vivent dans leur voisinage immédiat. Actuellement l'hypothèse est qu'il s'agirait de spores restées dans le sol.

Une découverte récente a relancé cette possibilité. Des examens systématiques du sol en fin de saison montrent que près de 40 % des truffes restent dans le sol, non récoltées ! Truffes oubliées par les animaux et les trufficulteurs, ou ascocarpes qui ont « mal » mûri et n'ont jamais émis d'odeur ? On ne sait trop. Ces « oublis » accumulent donc des spores dans le sol. En germant, ces spores n'ont bien sûr pas les ressources pour nourrir un ascocarpe ; de plus, sur place, la concurrence des individus déjà établis doit être féroce. Mais, fugacement, avant de mourir, ils peuvent s'unir aux individus établis qui, bien installés sur les racines voisines, nourriront le fruit de cette union.

Au passage, c'est assez incestueux car souvent les spores proviennent d'ascocarpes qui ont pour mère... l'individu qu'ils vont féconder ! Cela explique la forte proximité génétique entre parents observée chez les truffes.

L'hypothèse que les pères proviennent de spores est en cours de test (eh oui, la recherche continue !), et soutenue par une pratique empirique : entre deux saisons, les trufficulteurs répandent sur les brûlés des fragments de truffe pour, disent-ils, « réensemencer ». Qui sait s'ils n'amènent pas les pères pour la saison suivante ?

La connaissance avance mais, avouons-le, ni les recherches, ni l'empirisme des trufficulteurs ne sont parvenus à inverser l'écroulement de la production française de truffes du Périgord. Elle n'est plus que l'ombre de ce qu'elle fut : partie d'un milliard de tonnes par an vers 1900, elle stagne actuellement entre 20 et 50 tonnes par an. Bien des choses ont changé, du climat à l'activité rurale, mais nous n'avons pas encore d'explication à ce déclin.

Derrière l'échec de la recherche et de la trufficulture à développer la production se profile une leçon. La truffe a un réseau d'interactions, entre plantes, animaux et partenaires sexuels. Qui sait si l'interaction, justement, entre trufficulteurs et scientifiques, n'est pas la voie d'avenir ? Plusieurs équipes françaises, dont la nôtre, en ont fait le pari ! ■

