

Trois ans de recherche dans Systruf pour la trufficulture de demain

par Daniel Mousain (coordonnateur du dossier), Marc-André Selosse et l'ensemble du consortium Systruf

Les rencontres organisées le 5 octobre 2012 à Villeneuve-Minervois par la Fédération Française des Trufficulteurs avec le soutien des équipes du programme Systruf (voir *Le Trufficulteur* n°80 et n°81), ont permis aux 500 participants de s'informer et d'échanger avec les chercheurs, l'après-midi. Ces programmes auraient été impossibles sans la collaboration étroite des trufficulteurs et des propriétaires forestiers (mise à disposition de terrains expérimentaux, partage de savoirs, intervention dans la conception des programmes, formations techniques...). Dans ce numéro du *Trufficulteur*, nous offrons une vue « à chaud » des travaux, comme à Villeneuve-Minervois, et l'image d'une communauté en plein travail : le lecteur du *Trufficulteur* a ainsi accès à des données non encore publiées dans d'autres revues, même scientifiques. Des restitutions plus synthétiques suivront par la suite quand les équipes Systruf auront plus amplement traité les données.

En premier lieu, Benoît Jaillard (INRA Montpellier) a rendu compte de sa « *Typologie des stations truffières des Régions pyrénéennes* » : le programme TrufPyr, 2009-2011, a été développé en marge et en complémentarité de Systruf, soutenu par la Communauté de Travail des Pyrénées et les Régions de Navarre, Catalogne, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon. L'analyse des données recueillies sur les **caractéristiques des sols** de plus de 200 sites truffiers « sauvages » ou cultivés des régions porteuses a fortement confirmé la persistance du mycélium de *Tuber melanosporum* sur les racines des arbres plantés, le caractère « meu-

ble », « alcalin » ou neutre, dolomitique ou modérément calcaire, de la terre de ces sols et sa teneur élevée en oxydes de fer et en matière organique bien décomposée (voir « *Truffe en Pyrénées : alcalinité, structure et statut organique des sols y conditionnent la production truffière* », Oliach et al.).

Le programme Systruf (2010-2013), financé par l'Agence Nationale de la Recherche et la Région Languedoc-Roussillon, coordonné par Marc-André Selosse (Muséum national d'Histoire naturelle et CNRS Montpellier), poursuit l'analyse des pratiques trufficoles autour de deux grands thèmes de recherche :

- Biodiversité, dynamique naturelle et flux d'éléments nutritifs dans les écosystèmes producteurs de truffes.

- Analyse des ressources génétiques et expression *in situ* du génome de la truffe noire. L'état d'avancement des recherches au terme de 3 années a plus récemment été établi lors d'une réunion entre partenaires du programme, tenue au Muséum à Paris le 22 janvier 2013 (la présente introduction tient compte des avancées évoquées lors de cette réunion).

L'étude de la **flore** des truffières, rapportée par Yves Prin (LSTM / CIRAD Montpellier), s'est inscrite dans la caractérisation écologique des sites truffiers. Il ne semble pas qu'il y ait une relation entre la diversité floristique et le statut de production des arbres truffiers (voir « *La flore des sites truffiers : les apports du projet Systruf* », Mousain et al.). Après enquête auprès des trufficulteurs, les plantes compagnes qui se développent dans l'environnement naturel de la truffe, vont toutefois être testées en conditions contrôlées pour déterminer les interactions potentiellement utiles à la trufficulture, dans la perspective des itinéraires truffiers de demain (voir « *De la naissance à la mort des truffières naturelles : entre turbulences, espèces compagnes et plantes refuges...* », Taschen et al.). L'identification des espèces végétales est un préalable à l'analyse de la **diversité des communautés microbiennes** (bactériennes et fongiques). Cette analyse, présentée par Ezékiel Baudoin (LSTM / IRD Montpellier), semble bien distinguer des communautés bactériennes spécifiques du brûlé producteur, alors que l'entrée

en production des brûlés ne modifie pas l'aptitude microbienne à utiliser des substrats organiques ni la qualité de la matière organique du sol (voir « *Le monde microbien du brûlé producteur de *Tuber melanosporum** », Baudoin et al.). Par utilisation de techniques d'écologie moléculaire, la **dynamique des communautés de champignons ectomycorrhiziens** a été étudiée dans 4 stades successifs d'évolution de truffières spontanées à chênes verts et kermès, arbousiers et cistes cotonneux, à Pézilla-de-Conflet (Pyrénées-Orientales). Les résultats, présentés par Elisa Taschen (UM2 / CNRS Montpellier), montrent que 12 % des espèces fongiques partagent leurs réseaux mycéliens avec plusieurs espèces hôtes, réservoirs potentiels de diversité. Le ciste pourrait jouer le rôle de refuge pour les espèces fongiques pionnières (41% de ses ectomycorrhizes sont en effet dues à des Ascomycètes). Au cours de l'évolution du brûlé, la part des Ascomycètes diminue sensiblement au profit de celle des Basidiomycètes, largement dominants. Un effet inverse du précédent, l'augmentation de la part rela-

LABORATOIRE Teyssier
ANALYSES AGRICOLES

Plantation
et suivi de truffières

ANALYSER
INTERPRÉTER
CONSEILLER

Nos analyses et conseils seront pour vous
de vrais outils d'aide à la décision.

LABORATOIRE TEYSSIER - Route des Junchas - 26460 BOURDEAUX - Tél. 04 75 53 31 43 - info@laboratoire-teyssier.com - www.laboratoire-teyssier.com

tive des Ascomycètes (dont les Tuberculeae), a été obtenu dans des chênaies vertes du Languedoc en simulant deux types de perturbations (travail du sol et recépage de l'hôte). La fréquence des espèces du genre *Tuber* augmente au cours des cinq premières années. Ces résultats apportent la démonstration expérimentale que beaucoup d'espèces de *Tuber* sont des pionniers recolonisant les systèmes racinaires après une perturbation. Il est tentant de spéculer que des pratiques comme un léger travail du sol ou la taille périodique des arbres, courantes en trufficulture, retardent la « maturation » des communautés de champignons des truffières et favorisent la mycorhization des arbres par des espèces pionnières, dont la truffe noire (voir « *De la naissance à la mort des truffières naturelles : entre turbulences, espèces compagnes et plantes refuges...* », Taschen et al.).

François Le Tacon (UMR laM / INRA Nancy) a ensuite fait un point remarqué sur la question majeure du **mode d'acquisition du carbone et de l'azote par les ascocarpes de truffe** pendant leur développement in situ. À l'aide de signatures isotopiques et de marquages (isotopes stables, non radioactifs, du carbone et de l'azote), il a montré que le carbone de la truffe provient très majoritairement du carbone de l'année assimilé par l'arbre qui est transféré aux ascocarpes via les racines et les mycorhizes (voir *Le Trufficulteur* n°77, p. 17, et n°78 p. 11). L'utilisation du carbone de la matière organique du sol par les ascocarpes, hypothèse séduisante mais jamais prouvée, a été testée sous la direction de F. Le Tacon et Bernd Zeller : il en résulte sans ambiguïté que la truffe n'utilise pas cette source de carbone ; en revanche, elle peut tirer de l'azote de la matière organique du sol. Ces résultats s'opposent à l'hypothèse d'une « autonomie » de l'ascocarpe quant au carbone, un élément majeur pour l'ascocarpe. Même s'ils



Les équipes de Systruf lors de la réunion tenue au Museum à Paris, le 22 janvier dernier. (Ph. J.-C. Savignac)

peuvent avoir un rôle positif mais indirect (sur la structure du sol, la disponibilité en eau, l'activité microbienne, etc.), les amendements organiques ne seraient donc pas utiles comme source de carbone. Toutefois, l'ascocarpe utilise l'azote de la matière organique du sol probablement via les mycorhizes après minéralisation (voir « *Comment la truffe se nourrit-elle ?* », par Le Tacon et al.). On peut penser que les communautés bactériennes des ascocarpes de *Tuber melanosporum*, dominées par le genre *Bradyrhizobium*, seraient capables de transformer l'azote atmosphérique en azote disponible pour eux et la truffe : cette hypothèse est en cours de vérification à l'INRA Nancy. Le métabolisme de *T. melanosporum* à l'état végétatif et reproducteur est enfin étudié à partir de l'expression des gènes du métabolisme in situ (en utilisant la séquence du génome de la truffe obtenue par l'INRA Nancy), et les résultats seront bientôt disponibles. Une autre approche réalisée à partir des potentialités enzymatiques impliquées dans la mobilisation des éléments nutritifs, sur des mycorhizes et sur le sol proche et/ou éloigné de l'ascocarpe, a corroboré que, lors de la maturation des ascocarpes, *T. melanosporum* dépend en effet de l'arbre hôte pour son carbone (travaux de Jean Garbaye,

UMR laM / INRA Nancy).

Le décryptage du génome de la truffe noire a permis la découverte de deux types de compatibilité sexuelle (MAT+ et MAT-) qui interviennent dans la fécondation entre deux types compatibles, plus et moins (voir *Le Trufficulteur* n°78, p. 13) : cette étape de fécondation qui précède la formation de la truffe est d'une importance majeure. Par ailleurs, le génome a permis l'identification de marqueurs « microsattellites » qui différencient l'ADN de chaque individu de truffe et permettent d'étudier la **diversité génétique de la truffe et les flux de gènes** entre régions en France et en Europe. Pour améliorer la production de truffes, il s'agit de mieux comprendre comment le cycle sexuel de *T. melanosporum* se déroule in situ, donc de connaître la structure génétique des individus en fonction de leur type sexuel sous des arbres producteurs. Une cartographie des génotypes de *T. melanosporum* a été réalisée pendant deux saisons de production dans une plantation de noisetiers à Rollainville (Vosges) par Claude Murat (UMR laM / INRA Nancy) et ses collègues. L'image obtenue des populations des truffières est celle d'une population dynamique avec un important renouvellement des individus d'une saison à l'autre, une structuration génétique spa-

tiale qui sépare les types sexuels MAT+ et MAT-, et la possibilité de migrations entre arbres éloignés. Ces résultats auront sans doute des implications pour la gestion des truffières (voir « *Dynamique des individus de truffes sous des arbres producteurs* », par Murat), même s'il est encore difficile de dire lesquelles.

Les écosystèmes trufficoles ont un rôle dans le maintien d'une activité économique et de production dans les terroirs. Systruf vise à en comprendre le fonctionnement et à améliorer la durabilité du lien production/paysage, en perfectionnant des méthodes de gestion encore souvent très empiriques : au cours de cette quatrième année de travail de Systruf, les idées restent en ébullition. Une présentation scientifique finale du programme Systruf aura lieu le **22 octobre 2013 à Montpellier**, qui sera suivie d'autres réunions dans les régions trufficoles : la réunion à Villeneuve-Minervois aura été une belle ébauche. *Le Trufficulteur* tiendra ses lecteurs informés de ces événements, qui prendront une forme de plus en plus synthétique et appliquée : au fur et à mesure que les données acquises dans le programme seront analysées, des articles de synthèse seront servis aux lecteurs du *Trufficulteur*.