



A



B



C

Brulé d'une truffière de *Tuber melanosporum* du Nord-Est de la France équipé de sondes tensiométriques (A), échantillonnage de sol dans cette truffière (B) et thermocycleur en temps réel de la plateforme mobile d'expérimentation et d'observation des écosystèmes terrestres (M-POETE ; <http://www.anaee.com/>) (C) permettant d'appliquer le kit commercialisé par ALCINA.

Improving water management and effect of cultural techniques on soil truffle mycelium, truffle production and soil water balance: pilot experiences toward adaptation of truffle orchards to climate variations

Responsable scientifique : Claude Murat (UMR 1136 Interactions Arbres/Micro-organismes)

Partenaires Labex : EEF, BEF

Collaborations :

Partenaires académiques: Christophe Robin, UMR 1121 Laboratoire Agronomie-Environnement (LAE)

Francesco Paolucci, CNR-Institute of Biosciences and Bioresources (IBBR-CNR), Perugia.

Partenaires de la filière: Dominique Barry, ALCINA private company Jean-Charles Savignac, Fédération Française des Trufficulteurs (FFT)

Contexte —

Les truffes sont des champignons ascomycètes vivant en symbiose ectomycorhizienne avec des arbres et des arbustes. La fructification de certaines espèces de truffes est très recherchée pour ces qualités organoleptiques ce qui est le cas de la truffe noire (*Tuber melanosporum*). La production de truffe noire a lieu principalement dans des plantations issues de plants qui ont été préalablement inoculés par le champignon en condition contrôlée. Parmi les différentes étapes du processus de production de truffe dans ces plantations, deux verrous nous semblent particulièrement important pour assurer une production régulière et élevée : l'initiation de la reproduction sexuée et le développement des ascocarpes dans le sol pendant plusieurs mois en association avec l'arbre. Les conditions climatiques et plus particulièrement le bilan hydrique estival sont déterminants dans la levée de ces deux verrous. Toutefois, l'irrigation en truffière se fait encore de manière

très empirique et il n'existe pas actuellement de recommandations techniques bien établies. Dans ce contexte, il nous a semblé primordial de mieux connaître le lien entre la truffe et le climat.

ClimaTruf a pour ambition de mieux comprendre les relations existant entre climat, techniques culturales et production de truffes. Ce projet a comme objectifs 1) de modéliser l'effet du climat sur la production de truffes ; 2) de mettre au point des outils de diagnostics pour suivre *in situ* l'évolution en fonction du temps des mycéliums de truffes des deux types de compatibilité pour disposer de tous les outils pour suivre les différentes phases du cycle biologique des truffes *in situ* et 3) de mettre en place dans des sites expérimentaux des systèmes de mesure de la disponibilité en eau des sols.

ClimaTruf est un projet multidisciplinaire impliquant des laboratoires de recherches reconnues avec des intervenants de la filière trufficole (Fédération Française des Trufficulteurs - FFT et ALCINA) dont un cofinancement par ALCINA. Pour mener à bien le premier objectif une recherche participative a été mise en place avec la filière qui nous a permis de disposer de données de production, parfois remontant à plus d'un siècle. Les principaux résultats obtenus dans le projet sont :

- Une publication dans une revue internationale : Le Tacon et al. 2014 (Mycorrhiza)
- Trois publications dans la revue le Trufficulteur pour la filière (Le Trufficulteur, 87, 18 ; Le Trufficulteur, 88, 13-19 ; Le Trufficulteur, 94, 13-14)
- Un chapitre dans un livre pour le grand public (Le Tacon, 2017, Les Truffes)
- Les résultats ont été valorisés sous forme d'une licence de savoir faire avec ALCINA
- Six séminaires de divulgation scientifique et cinq présentations du projet dans les médias
- Le projet a permis de servir de levier pour obtenir le financement du projet CulturTruf par FranceAgriMer (200 893 € en 2016 ; 164 379 € en 2017 et 164 339 € demandés pour 2018)

Pour résumer les principales conclusions du projet, il est important de citer le déficit hydrique estival qui est la principale cause de variabilité interannuelle de production. Ceci n'est pas nouveau mais nous avons pu le mettre en évidence grâce à des séries de données temporelles récoltées par la filière dans les 100 dernières années et qui nous ont été fournies. Ceci met en évidence l'importance de l'irrigation et plus généralement de toutes les techniques permettant de limiter ce déficit hydrique (ex. paillage). D'autre part, en collaboration avec ALCINA nous avons développé un kit permettant d'analyser différents tissus dont les ascocarpes, les ectomycorrhizes et le sol pour identifier la présence des deux types de compatibilité de *T. melanosporum*. Ce protocole a donné lieu à la signature d'une licence de savoir faire entre l'INRA et ALCINA. Grâce à ClimaTruf la filière dispose maintenant d'outils pour suivre la truffe *in situ* et ainsi mieux appréhender les effets du climat et des techniques culturales sur le cycle biologique de ce champignon. Dans ClimaTruf nous avons mis en place un site expérimental dans lequel nous suivons le régime hydrique et la truffe.

Les principales perspectives du projet sont la mise en place de sites expérimentaux dans plusieurs régions trufficoles françaises afin de rationaliser l'irrigation et d'évaluer l'effet du régime hydrique et des techniques culturales sur les truffes. Le projet ClimaTruf a servi de levier pour obtenir en lien avec la filière un financement de FranceAgriMer pour un projet intitulé CulturTruf ayant pour objectifs de déterminer le régime hydrique optimal pour produire des truffes (*T. melanosporum*, *T. aestivum*, *T. aestivum* var *uncinatum* et *T. magnatum*) et l'optimiser par des itinéraires techniques adaptés à différents climats.

Valorisation —

Valorisation scientifique :

Revue internationale :

- Le Tacon, F., Marçais, B., Courvoisier, M., Murat, C., Montpied, P., Becker, M. (2014). Climatic variation explain annual fluctuations in French Périgord black truffle wholesale markets but do not explain the decrease in black truffle production over the last 48 years. *Mycorrhiza* 24 (1): 115-125

Données du projet présentées dans un livre :

- Le Tacon, F. (2017) Les Truffes, édition AgroParisTech

Conférences et séminaires invités :

- Murat C. (2015) Maps of maternal and paternal genotypes in the long term experimental *T. melanosporum* plantation of Rollainville (Northern France). Second Pezizomycete pan-genomic workshop. Alba (Italy), 16-17 October 2015
- Murat, C. (2014). New insight in the truffle life cycle. 1st international conference on truffle research '14, Vic-Barcelona (Spain), 9-12 Mars 2014 (Invited lecture)
- Murat, C. (2014). Truffle researches: JTT2014, ControlTruf, ClimaTruf. Conseil scientifique international du labex ARBRE. Nancy (France), 11-12 décembre 2014
- Murat, C. (2014). Dynamic of the sexual reproduction in a black truffle orchards and comparative genomic in the Tuberales. University of Turin (Italy). 15 July 2014

Valorisation économique :

- Licence de savoir faire entre INRA et ALCINA pour le kit de diagnostic des types de compatibilité

Diffusion :

Publication de vulgarisation :

- Murat C., De la Varga H., Todesco F., Barry-Etienne D., Diette S., Le Tacon F., Martin F (2016) Des nouvelles de ClimaTruf. *Le Trufficulteur*, 94, 13-14
- Le Tacon, F., Marçais, B., Courvoisier, M., Murat, C., Montpied, P., Becker, M. (2014). Le climat et la commercialisation des truffes sur les marchés de gros. *Le Trufficulteur*, 88, 13-19
- Murat, C. (2014) Journée de lancement du projet ClimaTruf. *Le Trufficulteur*, 87, 18

Séminaires de vulgarisation :

- Murat, C. (2016). Contribution des nouvelles technologies à la compréhension des plantations truffières. 10ème anniversaire d'ALCINA, St Matthieu de Trévières (France), 22 septembre 2016
- Murat, C. (2015). Il y a moins de truffes noires depuis 150 ans... à cause du climat? Foire aux truffes de Pulnoy, le 8 Novembre 2015
- Murat, C. (2015). Les recherches sur les truffes à l'INRA de Nancy: programmes de recherches passés et futurs. Claveyson, le 13 février 2015
- Murat, C. (2015). Les recherches sur les truffes à l'INRA de Nancy. Assemblée générale de l'association marnaise des trufficulteurs (AMPT), Martougues le 30 janvier 2015
- Murat, C. (2014). La reproduction sexuée de la truffe noire. Séminaire pour la fédération régionale des trufficulteurs PACA. Manosque le 18 Septembre 2014
- Murat, C. (2014). Dynamique de la reproduction sexuée. Villers les Nancy. 4 avril 2014

Interaction avec les médias:

- Murat, C. (2015). Interview avec Ariane Puccini pour un article dans *Le Chasseur Français*.
- Murat, C (2015). Interview avec Valentina Murelli pour "Meridiani"
- Murat, C. (2014). Interview pour le Dauphiné libéré, article "Secret des truffières" publié le 21 décembre 2014 dans l'édition Hautes-Alpes
- Murat C. (2014). Interview avec Loïc Chauveau pour *Sciences et Avenir* hors série n°179 "Le monde extraordinaire des champignons". 1 juillet 2014
- Murat C. (2014). Tournage avec *Cuisine plus*. 17 avril 2014

Effet levier du projet

Le projet a permis de servir de levier pour obtenir le financement de CultivTruf par FranceAgriMer (200 893 € en 2016 ; 164 379 € en 2017 et 164 339 € demandés pour 2018)