

# Le mode d'acquisition du carbone pendant le développement des ascocarpes de *Tuber melanosporum* Vittad.

Une nouvelle confirmation de leur dépendance  
vis-à-vis de l'arbre hôte par marquage au  $^{13}\text{CO}_2$

par François Le Tacon, Bernd Zeller, Caroline Plain, Christian Hossann,  
Claude Bréchet et Christophe Robin - INRA, centre de Nancy/Université de Lorraine

---

## DISCUSSION

## ET CONCLUSIONS

---

Dans les deux expériences, le transfert de  $^{13}\text{C}$  de la partie aérienne de l'arbre hôte aux ascocarpes, *via* les fines racines et les mycorrhizes est très lent. À Rollainville, nous avons pu montrer que les fines racines se comportent surtout comme des conduits ; elles n'accumulent que peu de  $^{13}\text{C}$  et le transfèrent lentement aux mycorrhizes qui constituent un premier puits de carbone avant le plein développement des ascocarpes. Ensuite, les mycorrhizes transfèrent le  $^{13}\text{C}$  aux truffes, qui accumulent le carbone de l'hôte jusqu'à complète maturité, 200 jours après le premier marquage et 150 jours après le second sur noisetier à Rollainville. À Pierre Blanche sur chêne vert, nous n'avons pas pu faire de cinétique, mais l'enrichissement en  $^{13}\text{C}$  est très important 136 jours après le marquage. Ce rôle de puits de carbone des ascocarpes continue à

Rollainville plusieurs mois après la fin de l'assimilation de carbone par l'arbre hôte ; il est actif après la chute des feuilles de novembre et à basse température. Ce résultat suggère que le carbone alloué aux ascocarpes pendant l'hiver provient des réserves d'amidon accumulées dans le tronc, les branches, les bourgeons ou les grosses racines<sup>4</sup>. L'hiver, cet amidon est hydrolysé en saccharose, ce qui permet une meilleure résistance au froid.

Notons aussi que les résultats de Rollainville montrent que les ascocarpes n'utilisent que les réserves de carbone de l'année précédant immédiatement la fructification et non les réserves antérieures. Le fait que l'enrichissement en <sup>13</sup>C ne diminue pas dans les ascocarpes pendant l'hiver témoigne aussi du fait que le carbone provient bien de l'arbre. Si le carbone provenait d'une autre origine, on constaterait une dilution du <sup>13</sup>C par du <sup>12</sup>C et donc une diminution du  $\delta^{13}\text{C}$  des ascocarpes.

À Pierre Blanche, avec le chêne vert, le processus n'est pas très différent ; l'ascocarpe utilise aussi du carbone assimilé depuis plusieurs mois et donc vraisemblablement stocké sous forme d'amidon.

A Rollainville, nous avons pu quantifier le carbone constitutif nécessaire au développement de l'ascocarpe. Il représente environ 1% du carbone assimilé par l'arbre. Mais il faut ajouter à ce carbone constitutif, le carbone respiré. Nous n'avons pas pu l'estimer, mais nous avons montré à Pierre Blanche qu'il n'était pas négligeable. Les résultats de Pierre Blanche montrent que le carbone des ascocarpes respiré en février 2013 provient en partie du carbone assimilé lors du marquage du 10 septembre 2012 ou après, mais plus encore du carbone assimilé avant le marquage, c'est-à-dire pendant les mois d'été.

En termes de bilan, il faut encore ajouter le carbone nécessaire à la formation des mycorhizes et à leur respiration. Si nous nous référons aux résultats de la littérature pour les champignons ectomycorhiziens en général, les dérivations par les champignons du carbone provenant de la production primaire nette de l'arbre seraient en moyenne de l'ordre de 10% (variations de 1 à 21% selon les écosystèmes) (Hobbie, 2006).

Il est intéressant de comparer nos résultats avec ceux d'une

équipe japonaise qui a travaillé récemment sur les fructifications d'un champignon épigé très courant : *Laccaria amethystina* ((Hudson) Cooke). Le transfert de carbone de l'arbre hôte aux basidiocarpes se fait en quelques jours. Les carpophores n'utilisent donc que du carbone récemment assimilé par l'arbre sous forme de sucres simples (Teramoto *et al.*, 2012).

Chez les truffes, le processus est complètement différent. Au lieu de se former en quelques jours, les ascocarpes ont besoin de plusieurs mois pour arriver à maturité et n'utilisent pour se développer que du carbone stocké par l'arbre depuis plusieurs semaines ou plusieurs mois, probablement sous forme d'amidon.

Nos résultats montrent aussi que la quasi totalité ou la totalité du carbone utilisé par les ascocarpes provient de l'arbre hôte, quel que soit le stade de développement et qu'il est exclu qu'un transfert puisse se faire par les solutions du sol. Il est probable que ce transfert se fait par un réseau mycélien très fragile, de nature ascogoniale, qui assure la liaison entre les mycorhizes et les ascocarpes sur des distances de plusieurs centimètres<sup>5</sup>.

En dehors du fait que ces ré-

sultats ne confirment pas ce qui était le plus souvent avancé dans la littérature (Callot *et al.*, 1999), ils pourraient avoir pour conséquences la confirmation du bien fondé de certaines pratiques culturales et la préconisation de nouvelles méthodes ou l'adaptation d'anciennes. Il semblerait en effet judicieux d'apporter une plus grande attention à la photosynthèse de l'arbre qui constitue la source de carbone des ascocarpes. De faibles densités d'arbres pourraient être à conseiller pendant toute la vie du peuplement de façon à optimiser l'éclaircissement des cimes. À la plantation, il semblerait judicieux d'adopter une densité raisonnable (300 à 400 arbres à l'hectare) comme déjà préconisée par Olivier *et al.* (2012). Après 15 ou 20 ans selon la fertilité du sol, cette densité pourrait être diminuée, par exemple par élimination des arbres non producteurs. Ces résultats plaident aussi en faveur d'une taille ou d'un élagage important pouvant favoriser la naissance de branches juvéniles à feuilles ayant une forte capacité photosynthétique et donc le rajeunissement de l'arbre, comme le préconise la méthode Angelozzi pratiquée sur chêne pubescent dans la région des Marches à Roccafluvionne en Italie (Gregori, 2008). Mais il ne faut pas réduire la capacité photosynthétique par une taille trop sévère et de ne pas intervenir pendant la saison de végétation comme cela

peut être pratiqué ou conseillé. Nous pensons qu'il faut éviter les tailles d'été destinées à freiner la croissance des arbres et les tailles tardives au moment où les ascocarpes sont en cours de grossissement.

Pour le noisetier, hors climat méditerranéen, nous préconisons une taille avec enlèvements de rejets de février à mars. Pour le chêne vert ou le chêne pubescent, en climat méditerranéen, nous préconisons une taille fin mars juste après la fin de la récolte<sup>6</sup>.

Pour mémoire, rappelons que la photosynthèse dépend étroitement de l'évapotranspiration. Tout devrait donc être mis en œuvre pour améliorer la disponibilité en eau du sol (diminution de l'interception de l'eau par les cimes grâce à de faibles densités d'arbres et à l'élagage, travail du sol ou fauchage éliminant la végétation concurrente, paillage, irrigation) comme le préconise la plupart des articles écrits ou des manuels de trufficulture.

La mise en évidence, entre l'arbre et les ascocarpes, d'un lien fragile fonctionnant activement jusqu'à complète maturation pose la question de sa préservation et donc du travail du sol (manuel ou mécanique, période, intensité, profondeur) qui pourrait le détruire. Sur truffière établie et productive, un crochitage très superficiel, manuel ou mécanique, en avril/mai, réduisant la végétation de printemps, semble raisonnable. Pendant la saison de végétation, mieux vaut peut-être réduire la végétation

par fauchage. Quand il est pratiqué, se pose aussi la question de la profondeur du travail du sol. Il nous semble qu'un travail du sol superficiel, préservant les mycorhizes est préférable à un travail plus profond. Cette recommandation est cependant discutable. En effet un travail du sol plus profond (10 à 15 cm), ne laisse en place que les mycorhizes situées plus bas et les préserve en partie de la sécheresse estivale, ce qui est un atout en climat méditerranéen, du moins en absence d'irrigation. D'autres facteurs doivent aussi être pris en compte pour décider de l'opportunité d'un travail du sol et en particulier la dispersion des spores ou des éléments mâles (Murat *et al.*, 2013). Ce dernier point sera discuté dans un prochain numéro du *Trufficulteur*.

<sup>1</sup> Les résultats complets sont publiés dans la revue internationale *Plos One*.

<sup>2</sup> Ces valeurs sont la moyenne de 4 répétitions.

<sup>3</sup> Ces valeurs sont la moyenne de 3 répétitions.

<sup>4</sup> Nous avons pu vérifier que le noisetier marqué accumulait du <sup>13</sup>C dans les branches nouvellement formées et les bourgeons.

<sup>5</sup> Nous avons pu mettre en évidence ce réseau chez *Peziza varia* dont la fructification est facile à maîtriser en conteneurs.

<sup>6</sup> Il nous paraîtrait judicieux de mener des recherches sur l'influence de différents modes de taille (intensité, période) sur les modifications de l'activité photosynthétique de l'arbre hôte et leurs conséquences sur l'allocation de carbone aux racines, aux mycorhizes et aux ascocarpes.