Document mis en ligne par Vincent Lacorde sur

http://www.commercy.org/

avec l'aimable autorisation de l'auteur, Clément Marchand

Récolte et culture de la truffe (tuber sp.) en Lorraine et en Champagne-Ardennes

Thèse de doctorat en pharmacie, Clément Marchand, 2003
Original consultable aux archives départementales de la Meuse sous la cote 117 J 204

Les régions Lorraine et Champagne-Ardenne sont depuis toujours très productrices de truffes et notamment *tuber uncinatum*, la truffe de Bourgogne. Cependant, leur intérêt a souvent été négligé par rapport à celui porté dans des régions comme le Périgord ou la Provence.

Les techniques de récolte sont nombreuses (cochon, mouche, marque, …) mais la plus utilisée est sans nul doute la méthode de cavage au chien après dressage. Ces techniques sont très réglementées.

Le dernier chapitre évoque la trufficulture. La première partie décrit rapidement l'historique et les conditions de la trufficulture dans la région. L'essentiel de notre travail issu d'entretiens avec des professionnels et d'une recherche bibliographique approfondie montre les aspects actuels de la trufficulture en Lorraine et en Champagne-Ardenne.

UNIVERSITE DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DE PHARMACIE

ANNEE 2003 N°

THESE

pour le

DIPLÔME D'ETAT

DE DOCTEUR EN PHARMACIE

par

MARCHAND Clément

Né le 25 Septembre 1979 à Verdun (Meuse)

présentée et soutenue publiquement le 4 Avril 2003

RECOLTE ET CULTURE DE LA TRUFFE (*TUBER SP.*) EN LORRAINE ET EN CHAMPAGNE-ARDENNE

JURY

Président : Monsieur BOUCHET Philippe
Assesseurs : Monsieur BILLIOTTE Christian
Monsieur QUIRIN François

UNIVERSITÉ de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

U.F.R. de PHARMACIE

Doyen..... M. R. VISTELLE

Assesseurs..... M. J. DUFER
M. A. GRAFTIEAUX

CHEF des SERVICES ADMINISTRATIFS

Mme C. DIGOT

BIBLIOTHÉCAIRE

Mlle E. FLOCH

PROFESSEURS EMERITES

M. J. LÉVY..... Chimie Organique
Mme M.C. LÉVY..... Pharmacotechnie

PROFESSEURS

Mme M.C. ANDRY ..... Pharmacotechnie
M. F. ARSAC..... Toxicologie
Mme F. BOUCHET..... Parasitologie
M. Ph. BOUCHET..... Biologie végétale
M. B. DESOIZE..... Biochimie
M. J. DUFER..... Hématologie
Mme. S. GANGLOFF..... Immunologie-Virologie-Bactériologie
M. B. GOURDIER..... Pharmacie Clinique
M. M. GUENOUNOU..... Immunologie-Virologie-Bactériologie
M. J.C. JARDILLIER..... Biochimie
M. P. JEANNESSON..... Biochimie
M. M. KALTENBACH..... Pharmacologie
M. J.Y. LARONZE..... Chimie Thérapeutique
M. G. LEDOUBLE..... Chimie Analytique
Mlle C. LAVAUD..... Pharmacognosie
M. M. MANFAIT..... Biophysique-Mathématiques
Mme C. MADOULET..... Biochimie
Mme C. MIRAND..... Chimie Organique
M. I. NABIEV..... Biophysique
M. J.F. RIOU..... Physiologie
M. J. SAPI..... Chimie Thérapeutique
Mme Ch. TRENTESAUX..... Biologie Moléculaire
Mme C. VAUTION..... Pharmacotechnie
M. R. VISTELLE..... Pharmacologie
Mme M. ZECHES..... Pharmacognosie

PROFESSEUR AGRÉGÉ du SECOND DEGRÉ

Mme S. GOBERT	Anglais

MAÎTRES de CONFÉRENCES

M. J.F. ANGIBOUST	Biophysique
M. A. BELJEBBAR	Chimie Analytique
Mlle BERBER Hatice	Chimie organique
Mme H. BOBICHON	Biologie végétale
Mme J. CARQUIN	Immunologie-Virologie-Bactériologie
M. B. CHENAIS	Biochimie
M. J. DEPAQUIT	Parasitologie
M. S. DUKIC	Pharmacologie générale
Mme F. EDWARDS	Pharmacotechnie
Mme M.F. ETCHEVERRY	Chimie Analytique
M. H. FERTÉ	Parasitologie
Mme A. FOULEY	Toxicologie
Mme Ch. GAUVIN	Chimie Analytique
M. A. GRAFTIEAUX	Chimie Organique
Mme F. HABETS	Toxicologie
M. J. HENIN	Chimie Organique
Mme J. LARONZE	Chimie Thérapeutique
Mlle M. LARONZE	Chimie Thérapeutique
Mme E. LE MAGREX-DEBAR	Immunologie-Virologie-Bactériologie
M. R. Le NAOUR	Immunologie-Virologie-Bactériologie
Mme H. MARTY	Pharmacologie
Mme Ch. MILLOT	Physiologie
M. J.M. MILLOT	Biophysique
M. H. MORJANI	Biophysique-Mathématiques
M. Ch. PIERRON	Chimie Analytique
Mme A. REGNIER	Hématologie
M.. J.H. RENAULT	Pharmacognosie
Mme F. SIGAUT	Chimie Thérapeutique
M. D. SOCKALINGUM	Biophysique
Mme C. TOURNOIS-HIRZEL	Biochimie Clinique
Mme L. VOUTQUENNE	Pharmacognosie
M. P WAFFO-TEGUO	Pharmacognosie
M. J.C. WILLEMIN	Pharmacie Galénique

REMERCIEMENTS

A MON PRESIDENT ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur Philippe BOUCHET

Professeur, responsable du Laboratoire de Biologie Végétale et de Mycologie de l'U.F.R. de Pharmacie de l'Université de Reims Champagne-Ardenne.

Qui m'a fait le grand honneur de bien vouloir accepter la présidence de cette thèse, sur un sujet qui l'a immédiatement intéressé.

Je vous remercie du temps que vous avez bien voulu consacrer pour guider et mener à bien ce travail.

Que cette thèse soit pour moi l'occasion d'exprimer ma profonde gratitude et le souvenir de l'excellent enseignement que vous m'avez dispensé durant les trois premières années de mon parcours universitaire.

A MON JURY DE THESE

Monsieur Christian BILLIOTTE,

Pharmacien d'officine à Dieue sur Meuse (55), ancien vice-président de l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine.

Vous m'avez accueilli régulièrement dans votre officine depuis ma troisième année d'études et avez essayé de m'apprendre progressivement toutes « les ficelles » de cette merveilleuse profession qu'est celle de Pharmacien. Vous êtes en grande partie responsable du choix sur mon avenir, à un moment où j'hésitais entre le métier de Pharmacien officinal et le métier de Pharmacien biologiste.

Je vous remercie également pour l'aide précieuse que vous m'avez apportée dans la réalisation de ma thèse, en mettant à ma disposition de nombreux documents relatifs à ce sujet.

Recevez ici l'expression de ma gratitude.

A MON JURY DE THESE

Monsieur François QUIRIN,

Maître de Conférence Honoraire de l'U.F.R. de Pharmacie de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, Président de la Société Mycologique de Reims.

Votre expérience professionnelle et vos activités dans le domaine de la mycologie font de vous une personne de choix pour venir évaluer ce travail.

Je tiens également à vous exprimer ma reconnaissance pour l'enseignement de haute qualité que vous m'avez dispensé durant les premières années de mon cursus universitaire.

Je vous remercie d'avoir spontanément accepté de juger cette thèse.

A mes parents,

Qui m'ont permis d'entreprendre et d'arriver au terme de ces études et de devenir la personne que je suis aujourd'hui.

Que ce travail qui vient clore ces années soit le témoignage de ma reconnaissance.

A ma famille,

Qui a suivi avec intérêt chacune de mes années d'étude.

A Marie-France et Alain,

Qui ont mis à ma disposition de nombreux documents et qui m'ont accueilli chez eux plusieurs fois pour me décrire leur passion pour les truffes.

A Bernard,

Pour les photos que ce passionné de mycologie a mises à ma disposition.

A Messieurs GARZANDAT, MENU, MEUNIER, SOURZAT et à tous les Trufficulteurs qui ont répondu à mon questionnaire,

Pour leur aide précieuse.

Au Conseil Général de la Meuse,

Pour la subvention qu'il m'a octroyée.

A Agnès, Lucienne et Marie-Christine,

Pour le temps passé à corriger ce document.

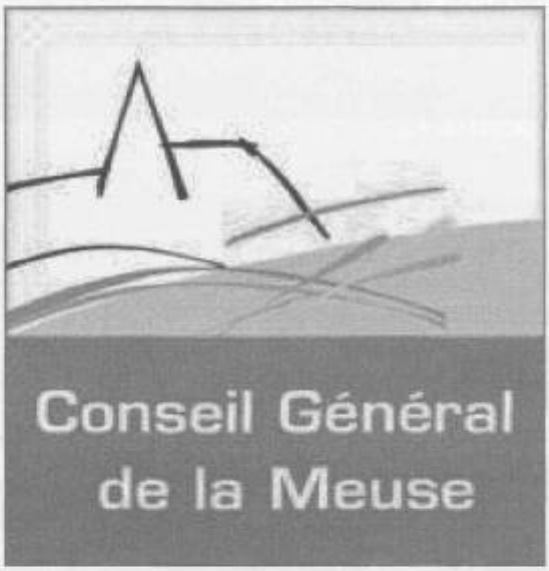
Enfin à tous mes amis,

Que je n'oublie pas et qui se reconnaîtront.

Les opinions exprimées dans cette thèse n'engagent que son auteur
et en aucun cas la Faculté de Pharmacie de Reims

Thèse Subventionnée par

Le Conseil Général de la Meuse



Récolte et Culture de la Truffe, *Tuber sp.*, en Lorraine et en Champagne-Ardenne

« On dit parfois d'une femme qu'elle vous attire. En dehors de sa beauté, de son intelligence, de sa sensibilité, c'est quelquefois son mystère qui joue en vous. La truffe, c'est son mystère qui vous attire »

Un trufficulteur lorrain

I. Introduction

Etant originaire d'un petit village situé à côté de Verdun dans la Meuse, département très rural, j'ai voulu trouver un sujet me rapprochant de la nature et de la ruralité. Ayant été intéressé par le cours de mycologie dispensé durant mon cursus universitaire et en observant ce qui se passait en Meuse, je me suis rendu compte que le département et par extension les régions Lorraine et Champagne-Ardenne étaient des territoires très producteurs de truffes. C'est de là qu'est donc parti le sujet il y a maintenant un peu plus d'un an.

J'ai voulu réaliser un travail de terrain et non pas faire une thèse uniquement basée sur des bibliographies. J'ai ainsi essayé, à chaque fois que c'était possible, de faire intervenir l'expérience vécue à travers les propos des trufficulteurs. J'ai pu toute la durée de cette étude, en rencontrer une dizaine sur leur lieu de travail. J'ai également envoyé un questionnaire (**Annexe 3**), par l'intermédiaire des présidents de l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine (A.M.P.P.T.L.) et de l'Association Marnaise des Trufficulteurs. Vingt trufficulteurs m'ont répondu, mais ils m'ont expressément demandé de préserver leur anonymat et je ne citerai donc pas leurs noms. J'emploierai ainsi le terme « le ou les trufficulteurs » quand je les citerai.

J'ai articulé ma thèse en quatre parties : la première évoquera des données générales sur les truffes ; la seconde sera consacrée à la description des différentes espèces présentes dans la région ainsi qu'à leur environnement naturel (végétation) ; la troisième parlera du cavage (terme employé pour la récolte des truffes) ; la dernière et plus importante des parties expliquera les bases de la trufficulture.

II. Généralités sur la Truffe

2.1 Historique **(16) (27)**

La truffe est connue depuis très longtemps : la plus ancienne trace que l'on aurait retrouvée, daterait de 372-287 avant JC environ et serait celle du savant grec Théophraste. Celui-ci avance l'hypothèse selon laquelle la truffe serait « un végétal sans racine engendré par les pluies d'automne accompagnées de coups de tonnerre ». Tout ceci étant assez lyrique !

Puis, doucement, on passera de l'idée de « végétal » à celle d'un « limon de terre, modifié par la chaleur centrale »… Ce n'est qu'au 18ème que les idées vont s'éclaircir avec les premières observations scientifiques et que seront dessinées les spores de truffes (Ray en 1700, Michelli en 1729). C'est également à cette époque que mûrira l'idée de cultiver le champignon.

En 1803, Joseph Talon, agriculteur à Carpentras, va reprendre cette idée et semer des glands. Les méthodes de culture sont soit directes (incorporation au sol de compost ensemencé de truffes fermentées), soit indirectes (semis de glands « truffiers »).

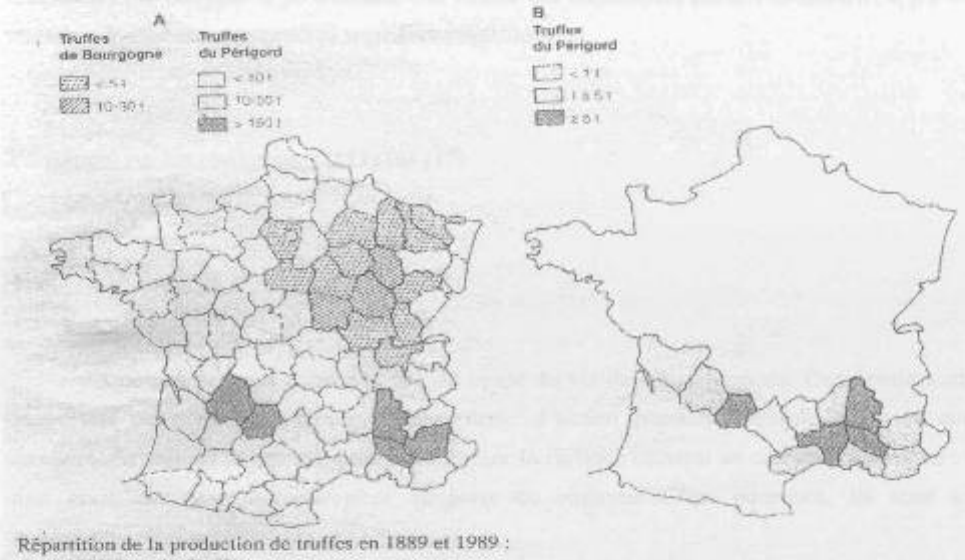
En 1831, Vittadini publie la première monographie scientifique consacrée aux truffes : celui-ci est le premier à affirmer que le mycélium de la truffe constitue des manchons autour des racines d'arbres (ce que Franck dénommera 30 ans plus tard « mycorhizes »). Chatin, va, lui, éditer en 1892 un livre sur la truffe qu'il présente comme un champignon supérieur non parasite.

Du point de vue quantitatif, la production a atteint son apogée à la fin du 19ème siècle avec 55 départements français producteurs et une production d'environ 2000 tonnes.

FIGURE 1

Actuellement, la production française atteint les meilleures années une centaine de tonnes, mais en moyenne la production serait d'une quarantaine de tonnes par an. En Meuse, les optimistes estiment que la production actuelle serait de 500 à 1000 Kg par an.

Le déclin a été amorcé avec la 1ère guerre mondiale qui a détruit beaucoup de truffières naturelles mais ce n'est pas la seule raison ; le déclin est principalement dû au manque



Répartition de la production de truffes en 1889 et 1989 :
A en 1889 d'après Chatin
B en 1989 d'après SCEES

FIGURE 1 : Situation géographique de la production en 1889 et 1989 **(1)**

d'entretien des truffières lié à l'arrêt de certaines pratiques traditionnelles, à la baisse de leur renouvellement, à l'irrégularité et à la diminution de la production truffière.

Il est certain que, depuis la fin de la seconde guerre mondiale, le parcellaire foncier a été totalement bouleversé, surtout au travers des remembrements, entraînant la disparition progressive de très nombreuses haies et le recul des friches.

Conscients de ces nombreux problèmes, Français et Italiens se sont retroussé les manches, tant au niveau de la recherche qu'à celui de la replantation depuis une quarantaine d'années, pour relancer la production. Ces études ont notamment permis de planter, il y a une trentaine d'années les premières truffières contrôlées.

2.2 Rappel sur les mycorhizes **(11) (16) (17)**

2.2.1 Définition de la mycorhize

La notion de mycorhize découle du mode de vie des champignons. Ces derniers sont dépourvus de pigments chlorophylliens, donc d'action photosynthétique. Ils sont donc incapables d'utiliser la lumière pour transformer le carbone minéral en carbone organique : ce sont donc des êtres hétérotrophes vis-à-vis du carbone. C'est pourquoi, ils sont soit saprophytes, soit parasites ou symbiotiques.

Les truffes agissent en symbiose, c'est-à-dire qu'elles créent avec certains êtres vivants des associations bénéfiques réciproques et peuvent vivre avec des bactéries, des algues ou des racines de végétaux supérieurs.

Dans ce dernier cas, on a alors l'existence de mycorhizes, qui sont par définition des organes mixtes résultant de l'association d'un champignon avec un représentant du règne végétal au niveau de son système radiculaire. La mycorhize est la forme la plus évoluée de symbiose.

Il existe 3 types de mycorhizes : les endomycorhizes, les ectomycorhizes et les ectendomycorhizes.

FIGURE 2

2.2.1.1 Les endomycorhizes

Le mycélium est partiellement logé dans les cellules de la racine dans lesquelles il forme des pelotons, garnis de vésicules ou d'arborescences. Il en résulte une mycorhize endotrophe.

2.2.1.2 Les ectendomycorhizes

Ce type de symbiose possède les caractéristiques des ectomycorhizes (manteau fongique avec le réseau de Hartig), ainsi que certaines particularités des endomycorhizes (pénétration des hyphes dans les cellules de l'hôte chlorophyllien).

Selon Chevalier (1973), une même espèce fongique peut être à l'origine de deux types de mycorhizes. Dans un premier temps, elle produirait des ectomycorhizes (au niveau des racines courtes nourricières) puis poursuivrait son cheminement pour former des ectendomycorhizes (dans les racines longues).

2.2.1.3 Les ectomycorhizes

FIGURE 3

Ce sont les mycorhizes qui nous intéressent particulièrement dans l'étude de la truffe.

Le champignon forme ici, autour de la racine, un manchon, garni ou non d'hyphes libres, qui s'allonge dans le sol à la façon de poils absorbants : c'est le « manteau fongique ».

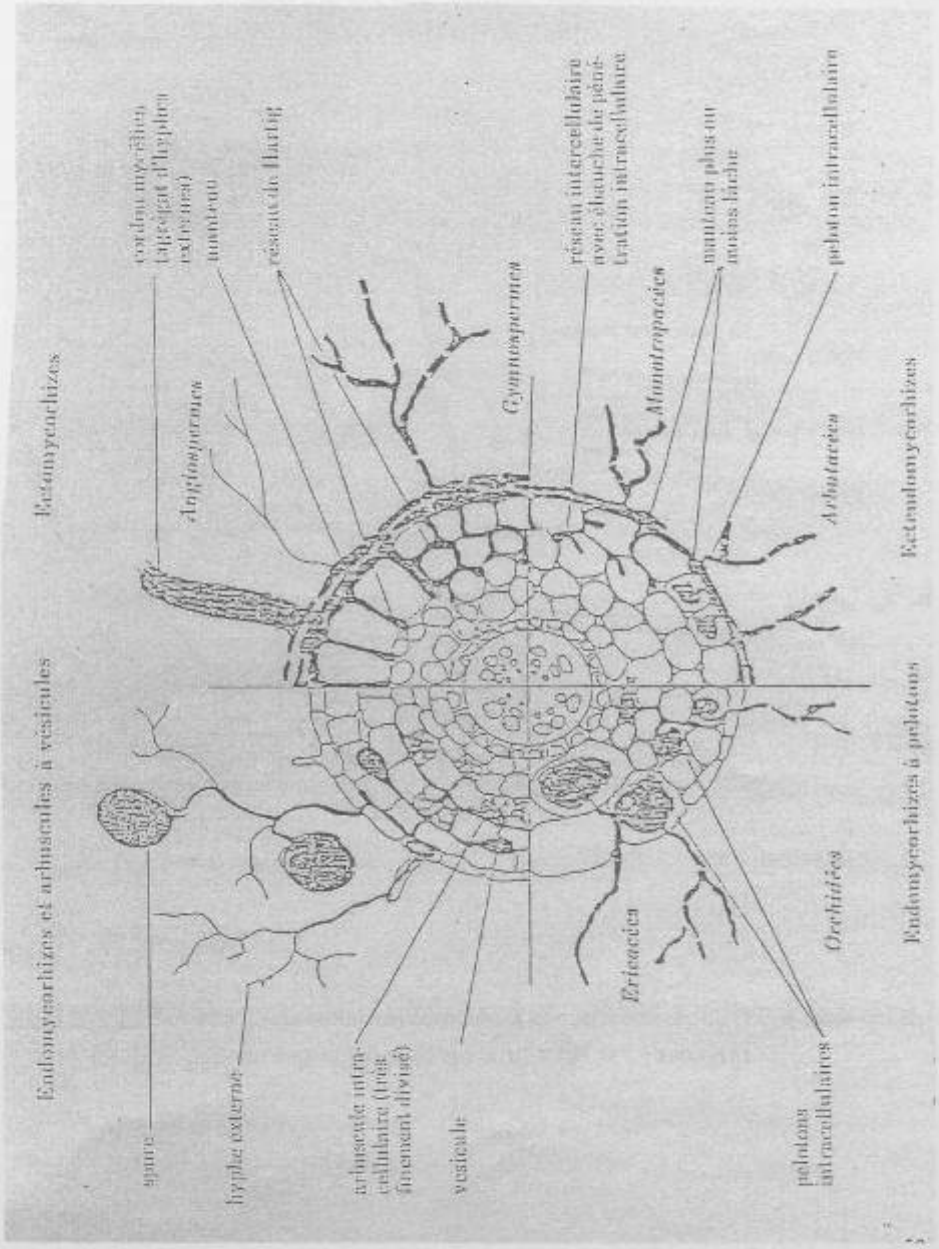


FIGURE 2 : Schéma des différentes mycorhizes **(16)**

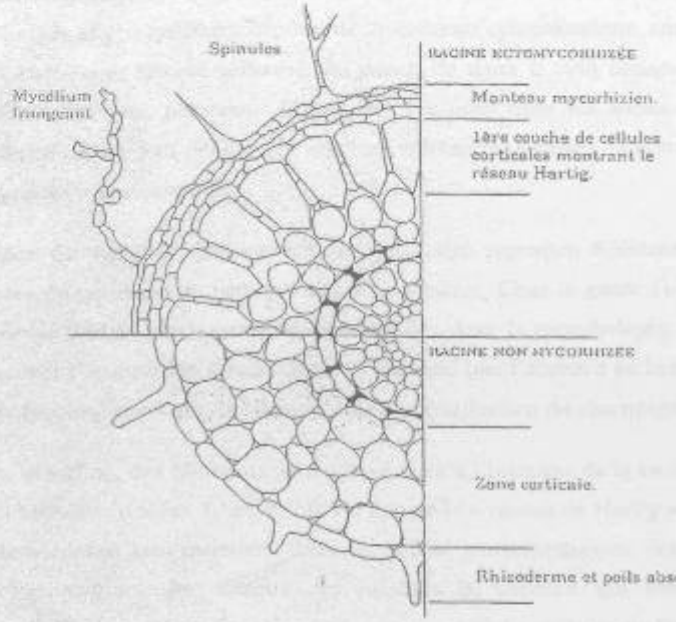


FIGURE 3 : Schéma d'une racine mycorhizée et non mycorhizée en coupe transversale chez un angiosperme (d'après VERLHAC, 1990) **(16)**

Ce manteau est constitué de deux couches de cellules dicaryotiques (le manteau externe et le manteau interne).

La structure du manteau est définie comme prosenchymateuse lorsqu'une enveloppe lâche de filaments entoure la radicelle, plectenchymateuse lorsque les filaments sont plus serrés et forment un ensemble enchevêtré, enfin pseudoparenchymateuse lorsqu'un véritable tissu constitué de cellules polyédriques entoure la racine. Deux à cinq assises d'hyphes, de section allongée et généralement dépourvue de contenu cytoplasmique, constituent le manteau externe. Le manteau interne présente, lui aussi, de deux à cinq assises d'hyphes mais de section plus sphérique, paraissant imbriquées les unes dans les autres et séparées par un ciment intercellulaire. Les cellules du manteau interne renferment de nombreuses vacuoles et divers organites cytoplasmiques.

Selon Chevalier (1973), ce manchon mycélien reproduit fidèlement les particularités anatomiques du péridium du carpophore correspondant. Chez le genre *Tuber* par exemple, ce phénomène se traduit par la présence de spinules dont la morphologie varie avec l'espèce impliquée dans l'association symbiotique. C'est ainsi que l'absence ou la présence de spinules et leurs morphologies constituent des critères d'identification du champignon.

Du manchon, des filaments peuvent pénétrer à l'intérieur de la racine, sans franchir les parois des cellules vivantes. L'ensemble est appelé le « réseau de Hartig ». Ces filaments sont à cytoplasme dense et s'insinuent dans les méats parenchymateux des premières cellules corticales uniquement, par attaque des pectates de calcium qui constituent la lamelle mitoyenne. Par la suite, ils provoquent l'étirement radial des cellules de l'exocortex.

Dans certains cas, le ciment interhyphal est d'une épaisseur assez faible et parfois même inexistante. Ces contacts entre le champignon et son hôte sont alors directs tout en gardant les parois cellulaires des deux partenaires intactes. Dans d'autres cas, il s'établit une structure intercellulaire complexe, résultant de nombreuses modifications dans les textures pariétales des deux symbiontes. Il est donc clair que cette région de la mycorhize est le siège de contacts intimes, qui permettent des échanges nutritionnels entre les deux symbiontes.

Plusieurs auteurs ont signalé la présence de tanins soit dans les vacuoles des cellules corticales, soit entre le manteau et la racine de l'hôte où ils forment une véritable couche d'isolement, donnant ainsi une couleur sombre à la mycorhize. Des composés de nature

antifongique ont également été identifiés dans ces cellules. Le végétal posséderait donc une certaine capacité « immunitaire » contre certaines infections mycéliennes.

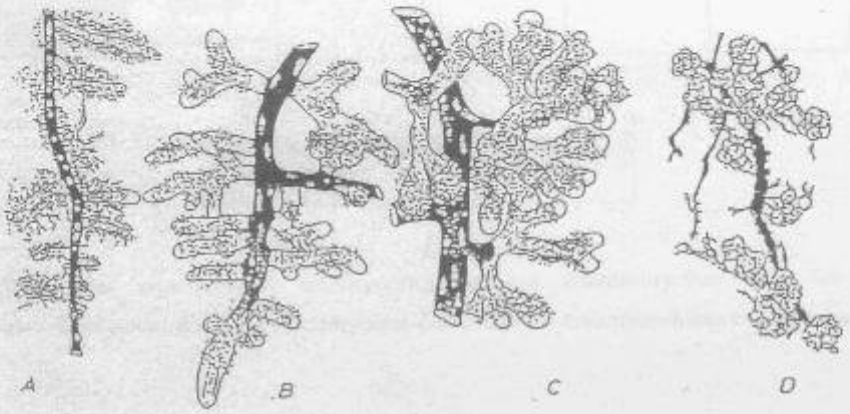
Les ectomycorhizes sont distribués en quatre grands types :

- La distribution racémeuse : disposition en grappes le long de la racine pionnière.
- La distribution dichotome : bifurcations au niveau des racines courtes formant des complexes fourchus.
- La distribution corraloïde : bifurcations répétées et proches donnant l'aspect d'un arbrisseau.
- La distribution noduleuse : alors qu'elles possèdent un manteau fongique propre, des racines courtes très rapprochées sont revêtues d'un feutrage commun, donnant l'aspect de petits nodules.

FIGURE 4

D'après Strullu (1989), 3% des espèces Phanérogames ont une affinité pour les mycorhizes ectotrophes. Les familles concernées appartiennent essentiellement aux classes des Gymnospermes et des Angiospermes.

Famille	*Abietaceae*	*Aceraceae*	*Betulaceae*	*Cupressaceae*	*Ericaceae*
Genre	*Abies*	*Acer*	*Alnus*	*Cupressus*	*Arbutus*
	Cathaya		*Betula*	*Juniperus*	
	Cedrus		*Carpinus*		
	Keteleeria		*Corylus*		
	Larix		*Ostrya*		
	Picea		*Ostryopsis*		
	Pinus				
	Pseudotsuga				



A : Mycorhizes simples chez le *Pseudotsuga menziesii*;
B : Mycorhizes dichotomes chez le *Pinus silvestris*;
C : Mycorhizes coralloïdes chez le *Pinus elliottrii*;
D : Mycorhizes noduleuses chez les *Pinus mughul*.

FIGURE 4 : Morphologies externes d'ectomycorhizes (d'après Boullard, 1974) **(16)**

Famille	Fagaceae	Juglandaceae	Myrtaceae	Rosaceae	Salicaceae
Genre	Castanea	Carya	Eucalyptus	Crataegus	Populus
	Castanopsis	Juglans		Malus	Salix
	Fagus			Pyrus	
	Lithocarpus			Sorbus	
	Nothofagus				
	Psania				
	Quercus				
	Trigonobalanus				

Famille	Tiliaceae	Ulmaceae
Genre	Tilia	Ulmus

Parmi les champignons ectomycorhiziens, les Basidiomycètes sont les plus représentés. Cependant quelques Ascomycètes élaborent des ectomycorhizes et notamment du genre *Tuber*.

Principaux genres fongiques ectomycorhiziens :

Ascomycètes		
Tuberaceae	**Terfeziaceae**	**Elaphomycetaceae**
Tuber	Terfez	Elaphomyces
		Cenococcus

Basidiomycètes						
Amanitaceae	**Tricholomaceae**	**Paxillaceae**	**Boletaceae**	**Russulaceae**	**Sclerodermaceae**	**Cortiliaceae**
Amanita	Tricholoma	Paxillus	Boletus	Russula	Pisolithus	Piloderma
	Armillaria			Lactarius		
	Laccaria					

2.2.2 Rôle des mycorhizes

La mycorhize résulte d'une adaptation particulière de deux organismes afin de permettre, à chacun, une meilleure utilisation du milieu.

2.2.2.1 Interactions favorables au partenaire fongique

La mycorhize se caractérise ici par trois rôles, la conservation du mycélium pendant la période de repos de la végétation, la propagation mycélienne du mycélium dès le réchauffement printanier et la nutrition carbonée et azotée du champignon (rôle essentiel).

En effet, les champignons mycorhiziens ne peuvent extraire les substances carbonées qui sont nécessaires à leur métabolisme. C'est pourquoi, ils doivent recevoir ces molécules essentielles via une plante hôte qui les synthétise grâce à sa fonction chlorophyllienne. Ainsi le champignon va pouvoir prélever glucides, acides aminés ou autres vitamines. Les champignons ectotrophes ont alors une dépendance importante vis-à-vis de leur partenaire, les carpophores ne pouvant se développer qu'en phase symbiotique.

2.2.2.2 Intérêts de la plante hôte

Le champignon améliore le développement de son hôte en influençant ce dernier sur certains aspects de sa physiologie.

2.2.2.2.1 La nutrition minérale

Les racines mycorhizées ont une bien meilleure absorption des éléments minéraux du sol grâce à la capacité qu'ont les champignons à les absorber dans le sol à travers la paroi hyphale. En effet, la surface d'absorption est nettement accrue non seulement par

l'augmentation du diamètre due à la mycorhize, mais surtout par l'augmentation du volume de terre exploré par les hyphes qui s'échappent du manchon mycélien.

De plus, il a été démontré que les hyphes fongiques possèdent un équipement enzymatique extracellulaire qui leur permet d'exploiter des formes souvent inassimilables par l'hôte. Ainsi, les phosphatases permettent l'extraction du phosphore, la nitrate réductase permet l'alimentation azotée à partir des nitrates.

Ensuite, les éléments sont prélevés, en fonction des besoins, vers les racines de la plante hôte. Par exemple, le phosphore peut être absorbé par les hyphes et transporté par le réseau de Hartig vers les cellules de l'hôte ou transiter par le manteau mycorhizien dans les vacuoles des cellules hyphales où il se condense en granules de polyphosphates.

Le champignon permet également, une meilleure absorption d'oligo-éléments nécessaires à l'hôte comme le Cuivre, le Zinc, le Soufre, le Calcium, le Magnésium, le Potassium ou le Bore.

Malheureusement, les processus d'assimilation sont encore mal connus.

FIGURES 5 ET 6

2.2.2.2.2 La tolérance aux métaux lourds et au calcaire

Il semble que la tolérance des plantes mycorhizées aux métaux lourds soit le résultat d'une plus grande rétention de ces éléments (Zn, Cu, Cd, ...) dans les racines infectées et que la tolérance au calcaire s'expliquerait en partie par une meilleure utilisation par les racines mycorhizées de l'azote nitrique, forme d'azote dominant en sol calcaire.

2.2.2.2.3 Une meilleure alimentation en eau

Les plantes mycorhizées résistent mieux que les non mycorhizées à un déficit hydrique du sol. Cette adaptation à la sécheresse pourrait s'expliquer par une modification hormonale

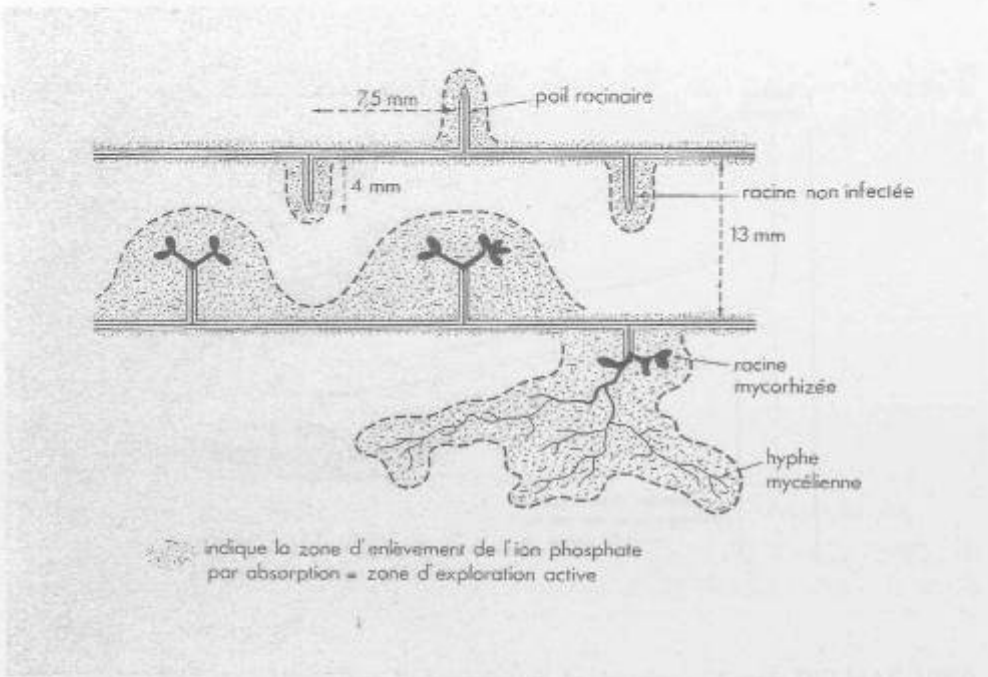


FIGURE 5 : Possibilité comparée d'extraction du phosphore par un système mycorhizé ou non (d'après Bowen, 1968 in Delmas, 1989) **(16)**

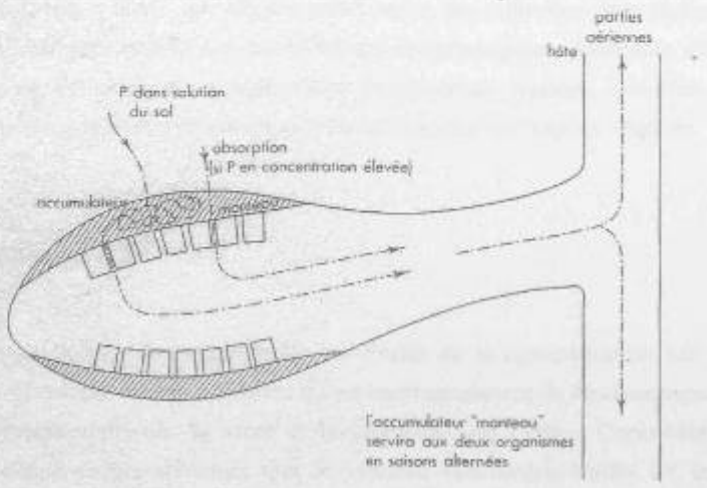


FIGURE 6 : Rôle du manteau dans l'accumulation du phosphore (d'après DELMAS, 1989) **(16)**

induisant une meilleure utilisation du phosphate, une meilleure exploitation de l'eau du sol (les hyphes mycéliennes pouvant capter l'eau à plusieurs cm des racines).

2.2.2.2.4 Les régulateurs de croissance

Le champignon induit une intense ramification des radicelles, leur dichotomie et une disparition des poils absorbants. Les modifications morphologiques pourraient s'expliquer par une modification des productions hormonales (gibbérelines, auxines, cytokinines) affectant notamment l'activité méristématique du système radiculaire de l'espèce végétale.

2.2.2.2.5 La croissance végétative

Delmas et Poitou, après une étude sur l'effet de la mycorhization par la truffe du Périgord sur le chêne pubescent, affirment qu'un ensemencement de ce champignon provoque un effet très spectaculaire sur la santé et la croissance de l'arbre. Cependant, lorsque le champignon occupe progressivement tout le système radiculaire, l'effet est inverse : ceci pourrait s'expliquer par le fait que le partenaire fongique exerce une concurrence sur le plan nutritionnel durant la fructification.

FIGURE 7

2.2.2.2.6 La résistance aux pathogènes

On constate une protection phytosanitaire localisée au niveau des racines mycorhizées : en effet, la mycorhize constitue une barrière mécanique contre l'invasion des pathogènes fongiques et bactériens (= manchon fongique des ectomycorhizes). De plus, le champignon produit des sécrétions antibiotiques et les cellules du cortex végétal peuvent inhiber des organismes saprophytes par émission de substances antifongiques, en réponse à l'infection symbiotique : il y a stimulation des mécanismes de défense.

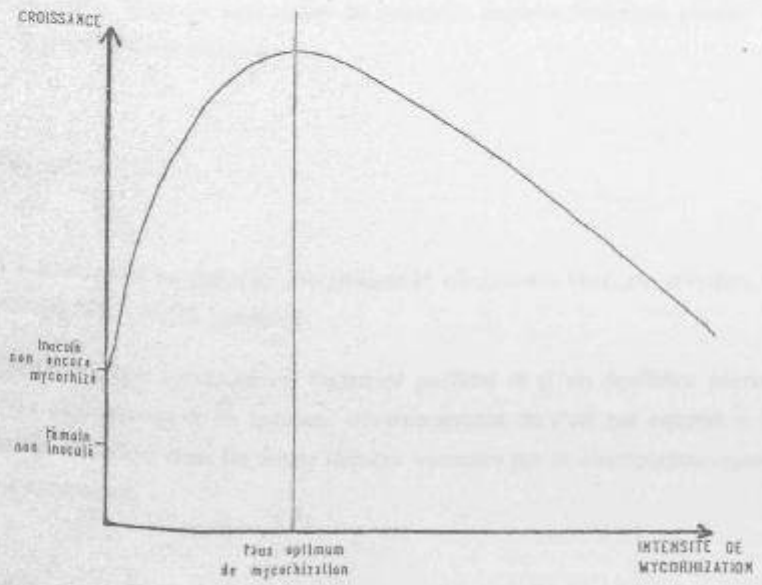


FIGURE 7 : Courbe montrant l'influence du champignon associé sur la croissance de l'arbre hôte (d'après Delmas et Poitou, 1978) **(16)**

2.2.2.2.7 La résistance à la chlorose

Un sol riche en calcaire est pauvre en fer directement assimilable par les plantes. Or, certains genres fongiques mycorhiziens produisent des sidérophores, molécules qui leur permettent de mobiliser des formes très peu accessibles de fer pour les plantes en sols fortement alcalins. Ainsi, la mycorhize de certaines espèces ligneuses permet une relative résistance de la plante à la chlorose.

2.2.3 Conclusion

On a finalement un échange énergétique et alimentaire dont, en principe, bénéficient les deux organismes : c'est la symbiose.

Cependant, cette symbiose est rarement parfaite et si un équilibre correct ne peut s'établir, cela peut aboutir à un mauvais développement de l'un par rapport à l'autre. Le risque étant l'installation, dans les zones laissées vacantes par le champignon rejeté, d'autres espèces plus agressives.

2.3 Classification dans le règne fongique **(11)**

Contrairement aux *Gymnomycotina* (= Myxomycètes), organismes à thalle plasmodial, sans paroi cellulaire, voisins des Protistes, les truffes sont des Eumyctètes, c'est-à-dire de vrais champignons, possédant une paroi cellulaire. Leur thalle est constitué de mycélium filamenteux cloisonné (Septomycètes). Leur dissémination s'effectue par spores immobiles (*Amastigomycota*) et non par zoospores flagellées, comme chez les *Mastigomycota* (mildious, rouilles blanches des végétaux…).

FIGURE 8

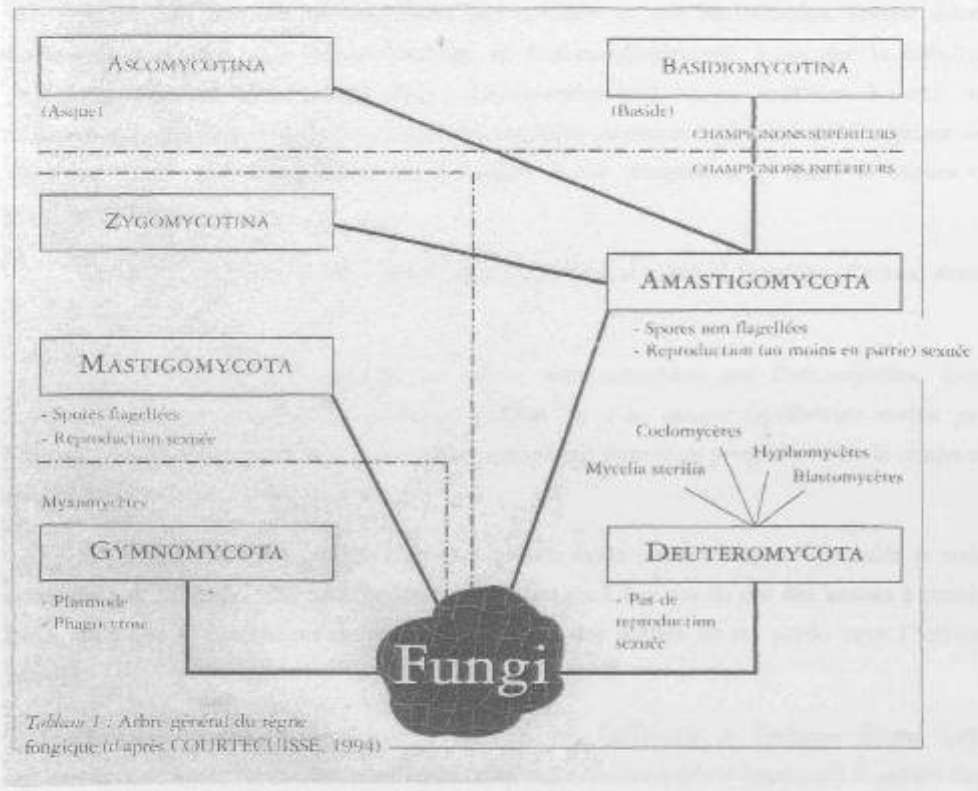


FIGURE 8 : Arbre général du règne fongique **(11)**

Au sein des Amastigomycètes, les truffes sont des *Ascomycotina*, c'est-à-dire des champignons produisant des méiospores (spores issues de la méiose) dans des cellules en forme de sac (asques). Les spores sont des ascospores.

Les *Ascomycorina* comprennent une seule classe, les Ascomycètes, caractérisés par une reproduction asexuée principalement par conidies et une reproduction sexuée selon différentes méthodes. Les asques peuvent se former simplement, à nu sur le substrat (Acarpoascomycètes ; Protoascomycètes ; Hémiascomycètes) ou, au contraire, à partir de filaments ascogènes dicaryotiques, en groupes réguliers ou non et typiquement à l'intérieur de sporocarpes ou ascomata (« organes à asques ») ou ascocarpes (« fruits à asques ») (Euascomycètes).

Dans le cas des truffes, les asques sont portés par un appareil fructifère. Ce sont donc des Euascomycètes.

Au sein des Euascomycètes, les truffes sont rattachées aux Discomycètes, dont l'appareil fructifère prend la forme d'un gobelet ou d'un disque (apothécie) revêtu par l'hyménium. En effet, elles dériveraient des pezizes par fermeture progressive de la coupe et prolifération extrême de l'hyménium.

La plupart des Discomycètes de plus grande taille ont des asques operculés et sont rattachés aux *Pézizales*. On rattache les taxons hypogés à eux car ils ont des asques à parois fines, bien que le mécanisme de décharge en force des asques ait été perdu avec l'habitat hypogé.

Le développement de l'habitat hypogé est également à l'origine d'une forte ressemblance dans la forme des ascocarpes de la majorité des espèces hypogées. Il tend à être subglobuleux, souvent diversement lobé ou de forme irrégulière. Il possède une couche extérieure, le péridium, qui enveloppe un tissu fertile, produisant des spores, la gléba.

Cette similitude générale de forme conduit à classer les ascomycètes hypogés dans un ordre distinct de celui des *Pézizales*, à savoir celui des *Tubérales* (dont ont été exclus les Ascomycètes hypogés produisant une masse sporale poudreuse, noirâtre à maturité, et classés parmi les *Elaphomycétales*).

De manière générale, les *Pézizales* et les *Tubérales* ont été séparées en systématique par le mode de décharge des spores.

Cependant, pour justifier la phylogénie des Ascomycètes hypogés, il a été nécessaire de faire appel à d'autres critères, c'est-à-dire microscopiques, chimiques, de morphologie fine…

Il a donc été suggéré que l'évolution a conduit des *Pézizales* épigées aux *Tubérales* hypogées en suivant des lignes parallèles ou convergentes. Les *Tubérales* seraient donc plutôt une convergence biologique qu'une unité phylogénétique. Des récentes études sur l'ontogenèse de *Tuber melanosporum* ont confirmé cette idée.

L'évolution pourrait avoir été dues à des pressions de sélection naturelle d'origine climatique du à des stress climatiques survenus dans les 50-60 derniers millions d'années, quand les plantes hôtes des champignons mycorhiziens étaient encore en pleine évolution. Ces conditions difficiles auraient entraîné l'avortement des fructifications des champignons épigés et des corps fructifères qui ne seraient pas sortis de terre durant ces conditions difficiles et qui auraient réussi à mûrir.

D'après la théorie, *Pézizales* et *Tubérales* seraient issus d'un ancêtre commun à apothécie semi-immergée, les deux ordres représentant 2 phylums distincts ayant évolué très différemment. L'un d'eux aurait conduit aux *Pézizales* avec des corps fructifères émergeant entièrement du sol et s'ouvrant progressivement, l'autre aurait conduit aux *Tubérales* avec les corps fructifères se développant sous terre.

L'ascocarpe de truffe, au stade apothécioïde, a une organisation comparable à celle de l'apothécie des pézizes. Il se présente comme une petite coupe creuse, refermée sur elle-même, avec une ouverture étroite à la partie supérieure. Cette ouverture correspond au débouché d'un canal mettant en communication la cavité ventrale de la coupe avec l'extérieur. La cavité est tapissée d'une palissade de paraphyses.

Schématiquement, le passage du stade apothécioïde à l'ascocarpe globuleux s'effectue de la manière suivante : le rapprochement puis la soudure des bords supérieurs de la coupe entraînant la disparition progressive du canal.

FIGURES 9 ET 10

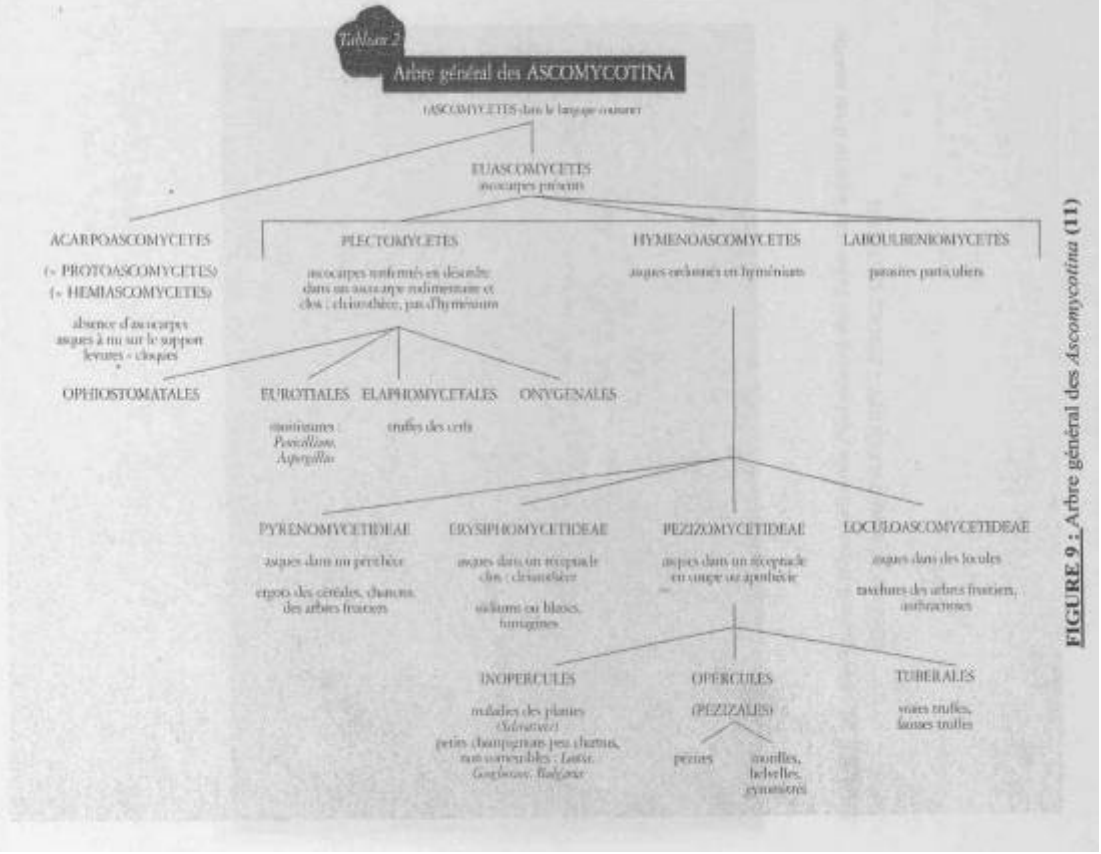


FIGURE 9 : Arbre général des *Ascomycotina* (11)

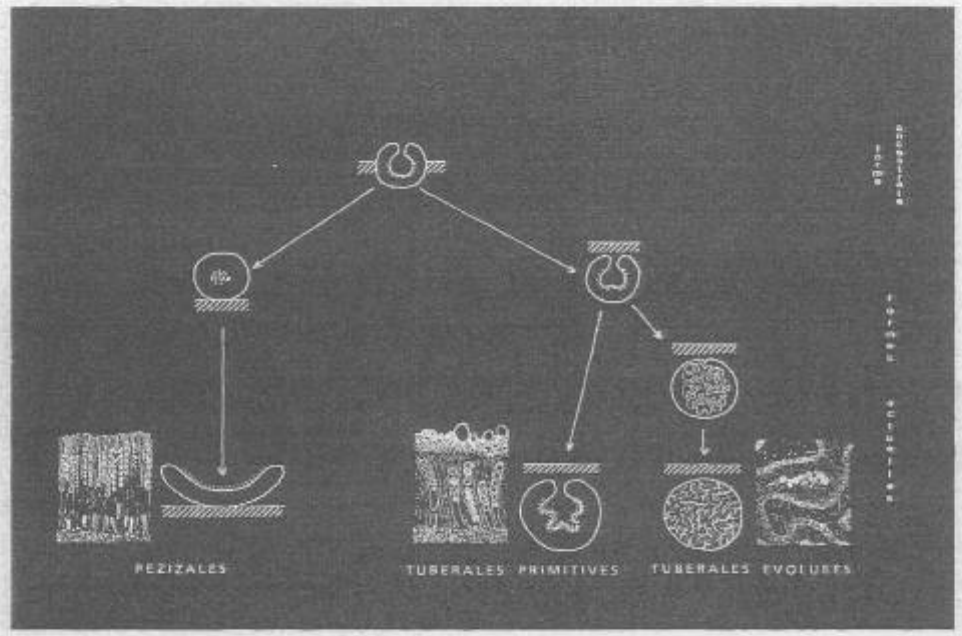


FIGURE 10 : Evolution différentielle des *Pézizales* et des *Tubérales* à partir d'un ancêtre commun (d'après PARGUEY-LEDUC, 1987) **(11)**

En résumé, description des *Tuberaceae* :

Ascocarpe solide, marbré de veines remplies d'hyphes, faisant des méandres à travers le tissu fertile.

Asques ellipsoïdes à globuleux, à 1-6 spores disposées irrégulièrement dans l'asque, répartis au hasard dans le tissu de la trame.

Spores ellipsoïdes à globuleuses, ornées d'épines ou d'un réseau géométrique, de couleur brun pâle à brun foncé. Les spores contenues dans les asques monospores sont plus volumineuses que celles contenues dans les asques polyspores.

La famille des *Tuberaceae* comprend 2 genres, *Tuber et Paradoxa*.

Les autres Ascomycètes hypogés appartiennent aux familles suivantes, *Ascobolaceae, Balsamiaceae, Carbomycetaceae, Geneaceae, Helvellaceae, Pezizaceae, Pyronemataceae, Terfeziaceae*.

Caractéristiques du genre *Tuber* :

Ascocarpe subglobuleux à très lobé et irrégulier, pouvant être divisé par des sillons, gibbeux, charnus ou durs et cornés ; diamètre pouvant dépasser 10cm, de couleur blanche à jaune, rougeâtre, brune à noire ; surface glabre ou pubescente à tomenteuse. Péridium lisse ou verruqueux, divisé par des sillons épars ou groupés, pubescents et traversés par les veines externes, adhérent, constitué d'hyphes entrelacées ou de cellules isodiamétriques ou encore d'un mélange des deux, souvent pseudoparenchymateux.

Gléba solide, blanche à grise, chez les jeunes ascocarpes, devenant progressivement brune à noire quand les spores sont mûres, diversement marbrée de veines sinueuses, blanches à jaune-grisâtre, souvent soulignées, quand elles sont jeunes, par une palissade éphémère, plus ou moins régulière ; de paraphyses qui, en se développant, comblent les veines d'hyphes enchevêtrées.

Veines externes s'ouvrant en divers points de la périphérie de l'ascocarpe, veines internes formant une trame entre les veines et la partie interne du péridium.

Asques répartis irrégulièrement en lignes ou en « nids », envahissant les veines internes (trame), ellipsoïdes à subovoïdes ou globuleux, renfermant de 1 à 5 voire 8 spores, non amyloïdes, à pédicelle plus ou moins long ; indéhiscents ; répartis au hasard dans le tissu de la gléba.

Spores ellipsoïdes à globuleuses, réticulo-alvéolées ou échinulées (à épines), de couleur jaunâtre, brun-rougeâtre à brun foncé, de forme et grandeur très variables. Taille des spores dans un ascocarpe donné variant en fonction inverse du nombre de spores de l'asque, 32-88 x 21-54 µm, dans les asques à 1 spore, 21-52 x 15-38 µm, dans les asques à 4 spores (ornementation exclue).

Le genre *Tuber* comprend une soixantaine d'espèces dans le monde et une vingtaine en Europe.

Il existe aussi des « fausses truffes » qui appartiennent à d'autres genres dont 8 seront expliqués dans un prochain paragraphe.

L'étude des différentes formes de champignons hypogés montre qu'au cours des temps, leur apparition est postérieure à celle des champignons épigés dont ils dérivent. Leur morphologie et leur structure ne seraient pas la conséquence de leur existence hypogée mais le résultat de certaines mutations qui auraient affecté des champignons épigés et les auraient conduits à se développer sous terre.

2.4 Identification

2.4.1 Identification macroscopique et microscopique **(23)**

La classification des espèces de truffes du genre *Tuber* s'effectue à partir de critères morphologiques. Les techniques classiques d'identification se font à partir de l'examen des ascocarpes et des mycorhizes.

2.4.1.1 Analyse de l'ascocarpe

FIGURE 11

L'ascocarpe est constitué d'une volumineuse masse interne, appelée classiquement gléba, recouverte par une enveloppe protectrice d'écailles sombres, le péridium.

A l'extérieur, le péridium forme une enveloppe continue constituée par des écailles. A l'intérieur, la gléba est constituée par des veines stériles, claires et des veines fertiles de couleur plus sombre composées à l'état adulte de nombreux asques dans lesquels on trouvera des ascospores.

Les truffes vont être classées suivant les critères suivants, l'aspect du péridium (aspect, couleur, consistance), l'aspect des verrues, la coloration de la gléba, la densité des veines, l'aspect des asques et la contenance en spores, la morphologie des ascospores (forme, ornementation, taille, couleur et nombre de spores par asque), l'ornementation de l'ascocarpe et l'époque de maturité de la truffe.

2.4.1.2 Analyse des mycorhizes

FIGURES 12 ET 13

L'analyse des mycorhizes se fait en plusieurs étapes.

On commence par rechercher les mycorhizes dont la couleur et l'aspect font penser à celles de la truffe.

On observe ensuite le mycélium frangeant s'échappant de la mycorhize (présence ou non de boucles ou présence ou non de mycélium).

Par la suite, on examine le manteau. Dans le cas des truffes, le manteau est soit constitué de cellules polygonales, soit constitué de cellules en puzzle.

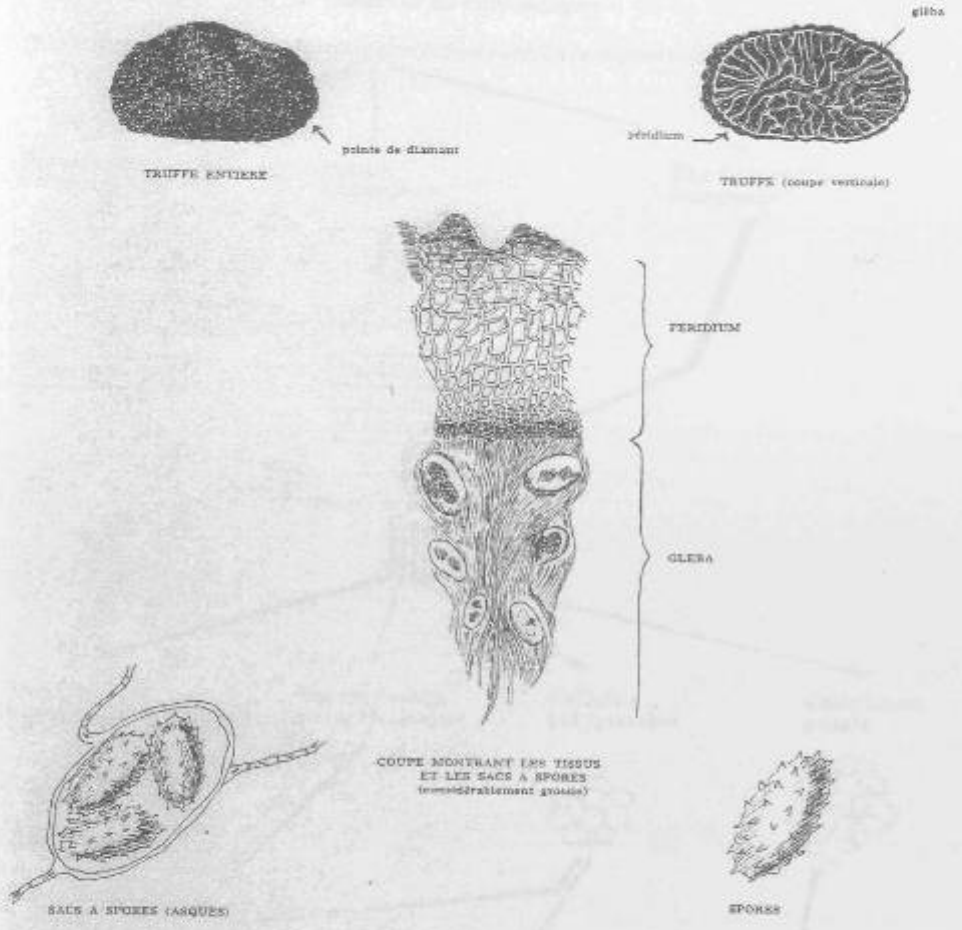


FIGURE 11 : Coupe de truffe **(28)**

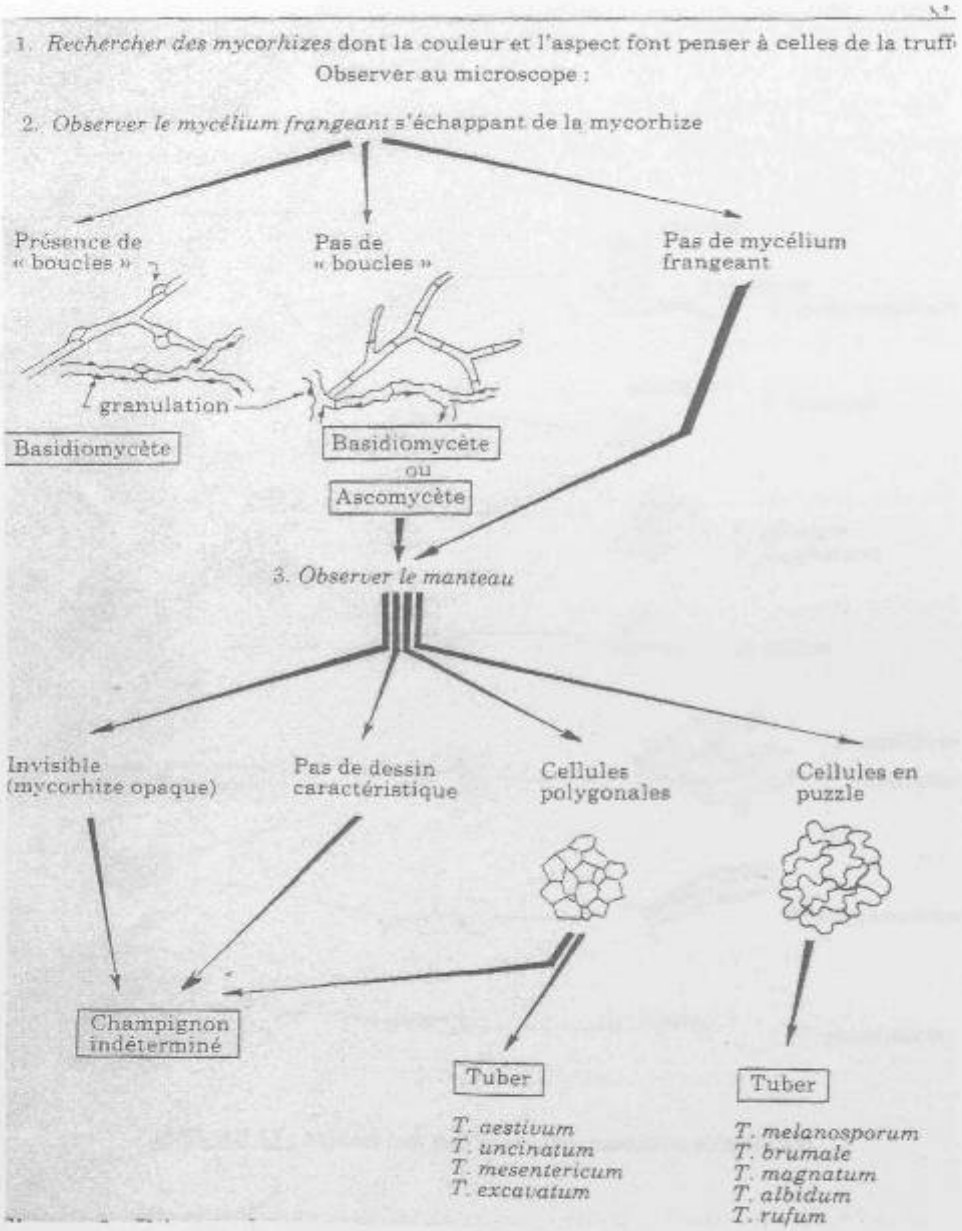


FIGURE 12 : Démarche pour la reconnaissance de mycorhizes de *Tuber melanosporum* **(23)**

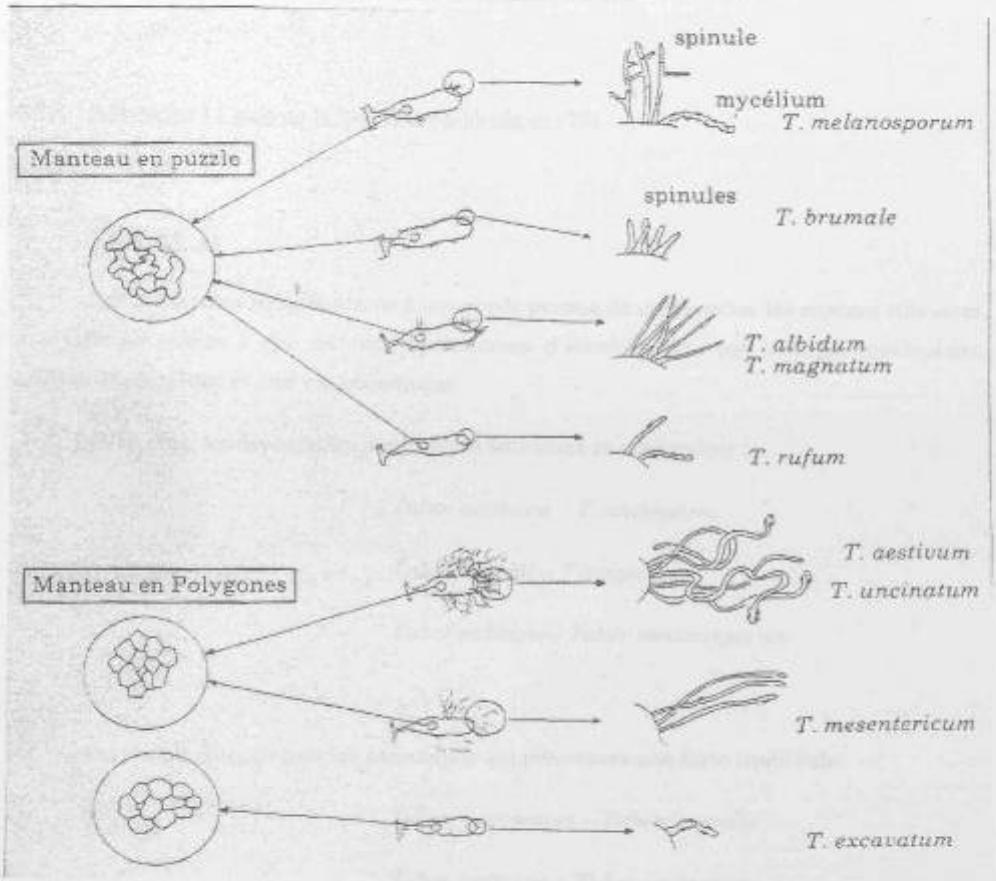


FIGURE 13 : Mycorhizes de *Tuber* : détermination simple **(23)**

On observe enfin les cellules du manteau, pour distinguer les différentes espèces de truffe.

Malheureusement, certaines truffes sont indifférenciables malgré tous ces critères et c'est pourquoi, ces truffes ont au départ été synonymisées avant que des techniques de biologie moléculaire arrivent à différencier certaines truffes.

2.4.2 Approche à l'aide de la biologie moléculaire (25)

FIGURE 14

Les différentes identifications n'ayant pas permis de différencier les espèces suivantes, il a fallu se référer à des techniques modernes d'identification par biologie moléculaire, analyse biochimique et analyse génomique.

D'un côté, les mycorhizes des espèces suivantes se confondent :

- *Tuber aestivum – T. uncinatum*
- *Tuber borchii – T magnatum*
- *Tuber indicum – Tuber melanosporum*

De l'autre côté, ce sont les ascocarpes qui présentent une forte similitude.

- *Tuber moschatum – Tuber brumale*
- *Tuber aestivum – Tuber uncinatum*

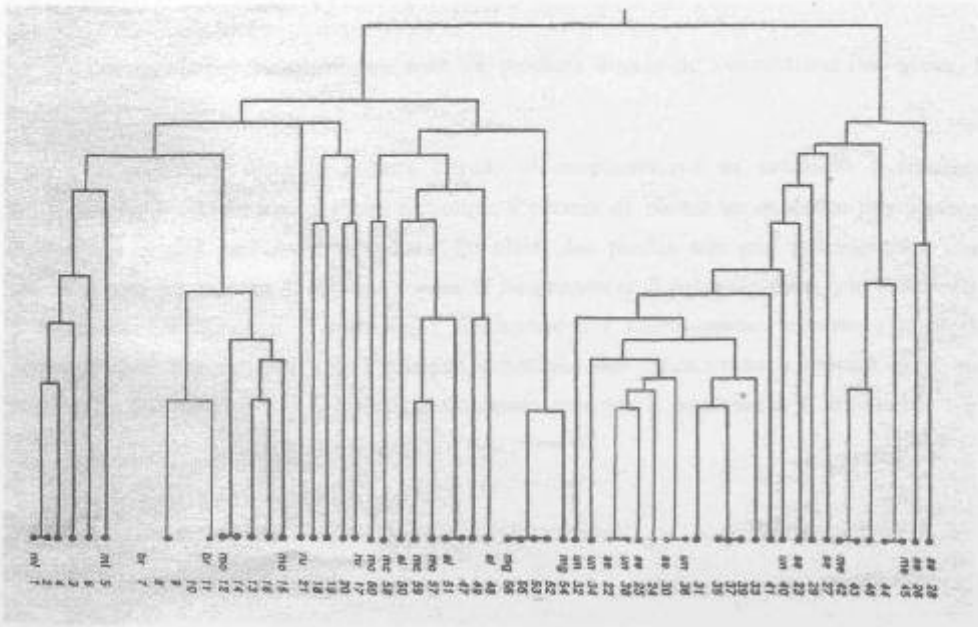


FIGURE 14 : Dendrogramme obtenu par classification ascendante (C.H.A.) des échantillons de *T. aestivum (ae), T. albidum (al), T. brumale var moschatum (mo), T. macrosporum (mc), T. magnatum (mg), T. melanosporum (ml), T. mesentericum (me), T. rufum (ru), T. uncinatum (un)* **(25)**

2.4.2.1 Analyse biochimique:

Les marqueurs biochimiques sont les produits directs de l'expression des gènes, à savoir les protéines.

La technique consiste à faire l'étude électrophorétique de protéines à fonction isoenzymatique (isoenzymes). Cette technique a permis de mettre en évidence des espèces homogènes et des espèces hétérogènes. En effet, des profils très peu polymorphes sont observés pour les espèces *T. melanosporum, T. magnatum* et *T. brumale*, alors que *T. borchii, T. mesentericum, T. rufum, T. aestivum, T. uncinatum* et *T. macrosporum* présentent un profil différent chez chaque individu. L'analyse statistique des isoenzymes a montré qu'il est possible de distinguer *T. brumale* de *T. moschatum*, mais non *T. aestivum* et *T. uncinatum*.

2.4.2.2 Analyse génomique

L'A.D.N. de chaque organisme permet de révéler des affinités ou des différences entre organismes. La détection du polymorphisme des acides nucléiques peut être réalisée par amplification enzymatique in vitro de l'A.D.N.. Cette méthode est dite méthode P.C.R. (Polymérase Chain Réaction). Cette méthode consiste en l'amplification sélective d'une courte région d'acide nucléique à l'aide d'amorces oligonucléotidiques et d'une polymérase (enzyme). Deux approches différentes de la technique peuvent être réalisées selon que l'ancrage des amorces se fait de façon dirigée ou aléatoire.

2.4.2.2.1 P.C.R. dirigée

FIGURE 15

Les amorces utilisées encadrent une région déterminée qui sera alors amplifiée : I.T.S. (séquence interne transcrite) ou I.G.S. (séquence intergénique). Cette technique a montré une

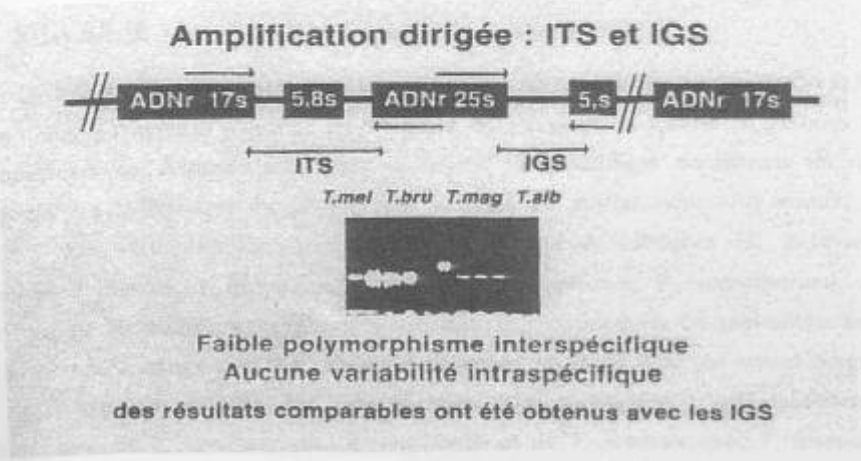


FIGURE 15 : Représentation schématique de l'organisation de l'A.D.N.r. des eucaryotes et amplification des I.T.S. des espèces *T. melanosporum (4 ascocarpes), T. brumale var. brumale (2 ascocarpes), T. magnatum (2 ascocarpes) et T. albidum (2 ascocarpes)* **(25)**

faible variabilité interspécifique, en effet seuls les ascocarpes de *T. brumale* se distinguent de ceux des autres espèces (les I.T.S. de *T. brumale* ont une longueur de 1000pb contre 630pb aux autres). On n'observe aucune variabilité intraspécifique.

2.4.2.2.2 P.C.R. aléatoire ou R.A.P.D. (random amplified polymorphic D.N.A.)

FIGURE 16

La P.C.R. aléatoire consiste en l'amplification au hasard des segments d'A.D.N. au moyen d'amorces dont la séquence est arbitraire. Elle examine la totalité du génome. Cette technique met en évidence une forte variabilité interspécifique confirmant au niveau génomique les différences morphologiques utilisées en systématique. Par contre, on a remarqué une variabilité intraspecifique chez les espèces suivantes (*T. aestivum, T. uncinatum, T. borchii, T. excavatum, T. rufum, T. mesentericum, T. macrosporum*), ce qui induit que leur identification par la simple utilisation de cette méthode est impossible. Seuls *T. melanosporum, T. magnatum* et *T. brumale* présentent un profil type par espèce permettant leur caractérisation et donc leur identification. Ces techniques n'ont pas permis la différenciation de *T. aestivum* avec *T. uncinatum* et de *T. brumale* avec *T. brumale var moschatum*. Par contre, cette technique a permis de différencier *T. melanosporum* et *T. indicum* (voir expérience ci-dessous).

2.4.2.2.3 Méthode S.C.A.R. (sequence characterized amplified region)

FIGURES 17 ET 18

Cette méthode consiste au séquençage d'un fragment d'A.D.N. extrait d'un corps fructifère d'une espèce 1. Dans ce fragment, des segments d'A.D.N. de vingt nucléotides sont sélectionnés et utilisés pour amplifier l'A.D.N. provenant de différents ascocarpes et mycorhizes de l'espèce 1 dont on a extrait l'A.D.N. mais également d'autres espèces. Si seul l'A.D.N. de l'espèce 1 est amplifié, on pourra conclure que cette technique permet de

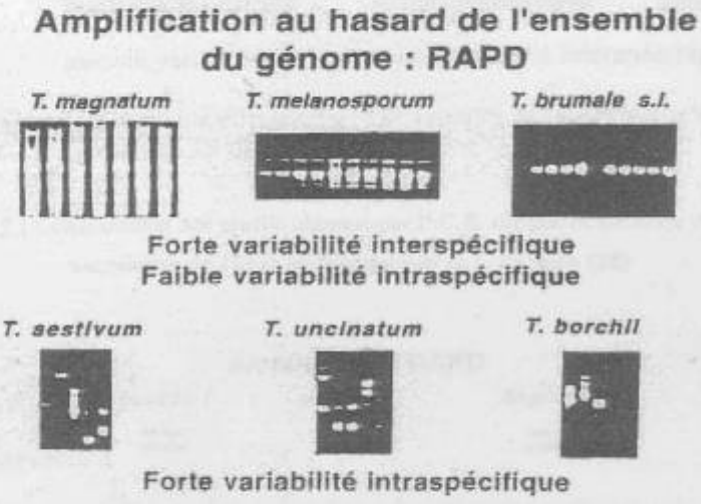


FIGURE 16 : Amplification R.A.P.D. de différentes espèces du genre *Tuber* **(25)**

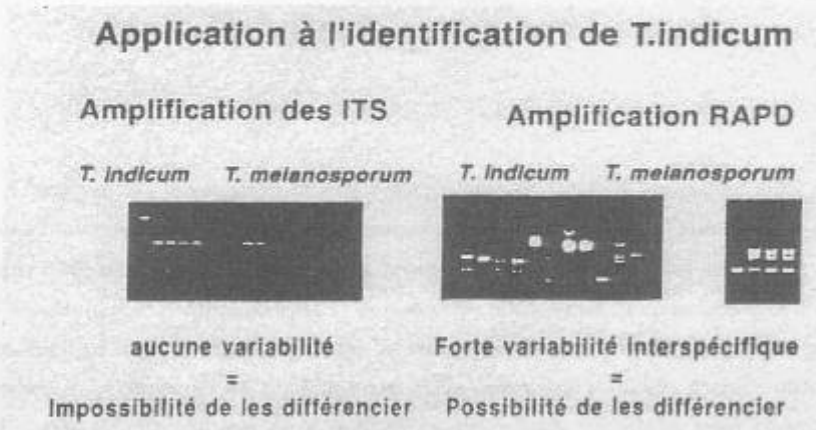


FIGURE 17 : Comparaison des profils obtenus par P.C.R. dirigée et aléatoire de différents ascocarpes de *Tuber melanosporum et T. indicum* **(25)**

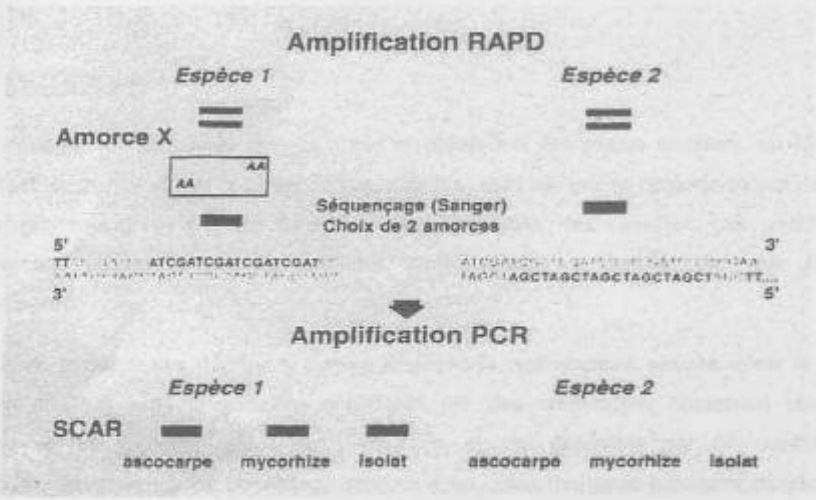


FIGURE 18 : Représentation schématique de la procédure S.C.A.R. **(25)**

différencier l'espèce 1 de toutes les autres espèces et on pourra donc identifier avec certitude cette espèce 1.

2.4.2.3 Conclusion

L'analyse des isoenzymes et le polymorphisme de l'A.D.N. procurent ainsi des outils complémentaires et efficaces pour différencier les espèces du genre *Tuber*. Bien que cette technique n'ait pas permis de résoudre le problème de certains couples comme *T. aestivum* avec *T. uncinatum* et *T. brumale* avec *T. moschatum*, elle permet de caractériser et d'identifier d'autres espèces sans ambiguïté comme *T. melanosporum* et *T. magnatum*. On peut ainsi différencier *T. melanosporum* et *T indicum*. Une approche similaire à celle utilisée pour l'identification des mycorhizes de *T. melanosporum* semble nécessaire pour l'identification des mycorhizes des couples *T. aestivum-T. uncinatum* et *T. magnatum-T. borchii*.

2.5 Cycle de la Truffe **(6) (11) (16) (20)**

FIGURE 19

Pendant les premières années après la plantation des plants truffiers, on n'a pas de production de truffes. C'est la phase de reproduction asexuée qui se caractérise par l'émission de filaments mycéliens à partir de spores non flagellées : les conidies. Ces conidies sont généralement produites par des cellules conidiogènes et portées par des filaments conidiophores.

Ensuite après une dizaine d'années démarre la reproduction sexuée, c'est la réunion entre les organes sexuels femelles constitués par des archicarpes contenant chacun un ascogone et les gamètes mâles ou spermaties, spores produites par des ramifications mycéliennes spermatogènes. On est en présence d'un hétérothallisme bipolaire simple. Il va y avoir formation d'un zygote contenant deux noyaux à n chromosomes.

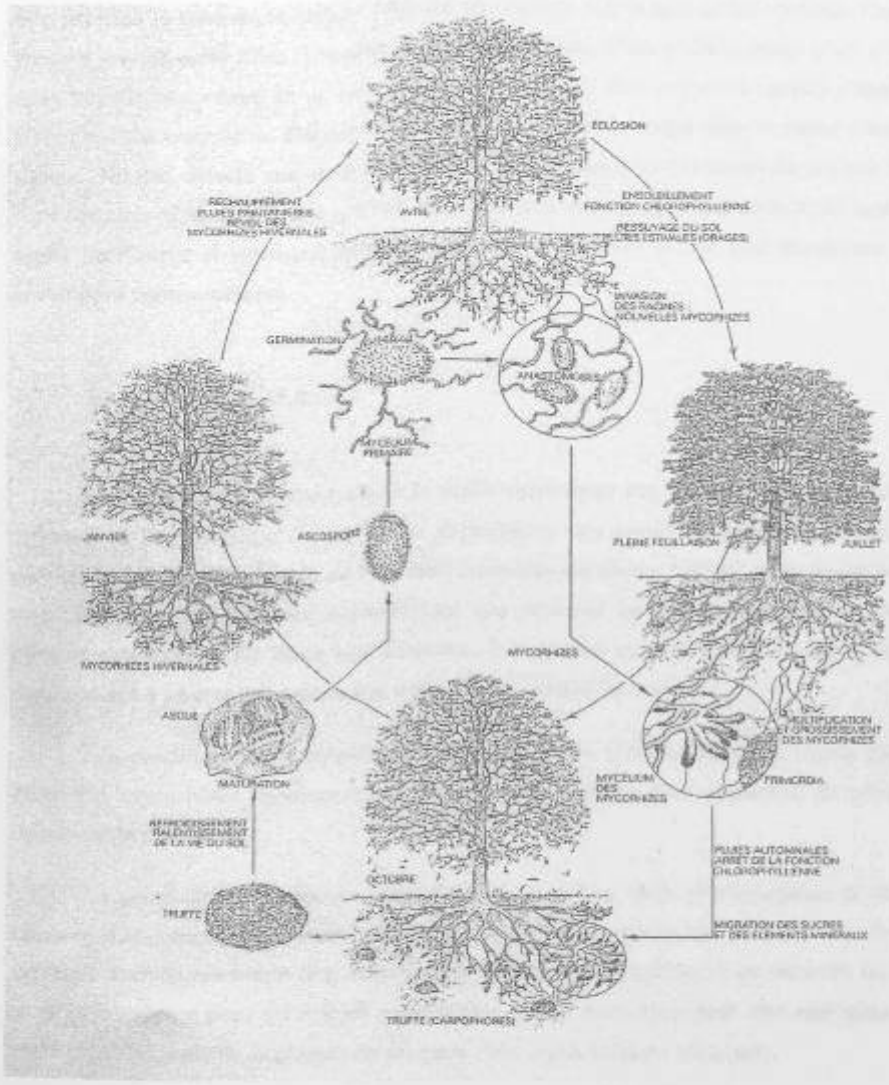


FIGURE 19 : Cycle biologique de la truffe et de son hôte (d'après DELMAS, 1979) **(16)**

La cellule terminale se transforme en crochet et se divise en quatre noyaux, deux d'entre eux migrant vers la base de la cellule formant une cellule bec et une cellule podale. Ces cellules vont se souder entre elles. L'asque prend lui, la forme d'un globule muni d'un pied, et les deux noyaux fusionnent en un noyau diploïde. La paroi de l'asque va ensuite s'épaissir et le glycogène s'accumule au détriment des vacuoles. Le noyau migre dans la partie sommitale de l'asque. Il subit ensuite une série de divisions aboutissant à la formation de noyaux haploïdes dont certains deviendront des noyaux sporaux. Les ascospores vont ensuite se regrouper au centre de l'asque et subissent quelques divisions nucléaires et une fine membrane vient les envelopper communément.

2.5.1 La germination des spores

Le cycle de développement de la truffe commence par la germination des spores. Les spores sont libérées dans le sol par la dégradation des corps fructifères qui n'ont pas été récoltés et qui restent en place ou bien sont entraînés par divers agents : eaux de ruissellement, microfaune du sol, animaux hydnophages qui rejettent les spores dans leurs fécès. C'est l'arôme des truffes qui attire ces animaux. Les truffes non récoltées et qui se dégradent commencent à libérer des asques qui vont ensuite libérer les spores.

Les conditions de germination sont mal connues. Celle-ci est assez rapide puisque les premières mycorhizes apparaissent au bout de 2 à 3 mois. Elle s'effectue en présence des racines de la plante-hôte.

La germination des spores dépend à la fois de leur stade physiologique et de facteurs externes. Les spores ne peuvent germer que si elles ont atteint un stade de développement suffisant, mais si elles sont trop mûres, elles entrent en dormance. A ce moment là, il faudra lever la dormance pour qu'il y ait germination. Cette dormance peut être endogène (liée au stade physiologique de la plante) ou exogène (liée à des facteurs externes).

Pour lever la dormance, on utilise des agents physiques (température, dessiccation, lyophilisation), chimiques (acides dilués, eau oxygénée) et biologiques (enzymes).

Dans la nature, il est vraisemblable que les exsudats racinaires, qui contiennent en grande partie des sucres simples, jouent un rôle important de même que la microflore du sol

(par les sécrétions microbiennes qu'elle produit et l'action de ses enzymes digestives sur la paroi sporale).

L'épaisseur de la paroi des spores permet une extrême résistance de cette dernière aux conditions difficiles. La dormance, qui est un phénomène gênant dans la synthèse des mycorhizes, permet à la spore de rester en vie pendant des dizaines d'années. (exemple d'un noisetier ayant contracté une extrême mycorhization après avoir été planté dans un terrain n'ayant pas vu de plantes susceptibles d'héberger des champignons ectomycorhiziens depuis des années).

La densité importante de spores dans les corps fructifères, leur résistance aux conditions difficiles, leur longévité, l'attirance des animaux hydnophages pour les corps fructifères, font que les truffes sont particulièrement bien adaptées à l'habitat hypogé.

2.5.2 La formation des mycorhizes

Les spores germées développent leur tube germinatif en direction des racines courtes de l'hôte qu'elles rencontrent par hasard ou chimiotropisme.

Après une courte phase de vie saprophytique, les hyphes entrent en contact avec l'épiderme de la racine et commencent à former le manteau.

Les hyphes vont envelopper la racine, puis s'insinuer entre les cellules externes, provoquant leur épaississement et l'apparition d'une structure en « arêtes de poisson ». La connexion entre le champignon et la racine s'établit par ce réseau intracellulaire (réseau de Hartig). Les échanges nutritifs s'effectuent à ce niveau.

Les manteaux mycorhiziens ne proviennent pas toujours directement d'une infection primaire. Chez un arbre déjà infecté, la mycorhization des racines courtes s'effectue à partir d'hyphes qui ont préalablement envahi le cortex des racines longues ou qui forment des coussinets à leur surface. L'infection des jeunes racines s'effectue en traversant les cellules du cortex. Ceci a un rôle important dans la conservation du champignon.

Chaque mycorhize ainsi formée va se multiplier ensuite en formant des ramifications successives.

2.5.3 Le mycélium

Une fois les mycorhizes formées, elles émettent des hyphes colonisatrices qui transmettent l'infection à d'autres apex racinaires, donnant ainsi naissance à des mycorhizes secondaires (mycélium anastomosé) ou bien s'éloignent dans le sol environnant. C'est à partir de ces filaments que vont se former les primordiums.

2.5.4 La fructification

Il faut tout d'abord noter que les arbres truffiers n'entrent pas en production dès les premières années qui suivent leur plantation. En général, il faut attendre 9 à 10 ans en cas de plantation de chênes, et 4 à 6 ans dans le cas de plantation de noisetiers. Cet intervalle de temps est supposé correspondre à la maturation de la mycorhization ou des mycorhizes sûrement liée à la répartition racinaire de l'arbre truffier.

Le principal indice annonciateur d'une prochaine fructification est l'apparition du brûlé, surface privée de végétation ou à végétation peu dense.

Le « brûlé » est dû à un principe phytotoxique qui inhibe la germination des graines de certaines plantes et exerce un effet nanifiant sur le système racinaire. On pense que ce brûlé est la résultante de la production d'antibiotiques.

La fructification débute par une modification de la disposition des filaments mycéliens, qui vont cesser de se développer dans toutes les directions pour se rassembler et former une structure spéciale à aspect tissulaire (hypenchyme). On distingue deux phases, la phase d'initiation fructifère ou carpogenèse et la phase de développement du corps fructifère ou morphogenèse. Ces deux phases sont sous la dépendance de nombreux facteurs.

2.5.4.1 La phase d'initiation fructifère

Les facteurs qui déclenchent la fructification sont mal connus.

Classiquement, l'initiation fructifère est sous la dépendance de facteurs endogènes et exogènes.

Les facteurs endogènes sont liés au fonctionnement génétique et sexuel du champignon et au stade atteint dans son cycle biologique. L'hétérothallisme est possible mais n'a pas été démontré de manière rigoureuse.

Les facteurs exogènes peuvent être de nature physique, chimique ou biologique :

Les facteurs physiques sont, entre autres, la température, l'humidité, la lumière, la concentration en oxygène ou en gaz carbonique. Ils comportent deux aspects, l'intensité et la brutalité. Les modifications violentes du milieu sont appelées « stress ».

Pour la truffe de Bourgogne, il est peu probable qu'un « choc froid » ou un stress hydrique soit responsable de cette initiation. (différent pour *T. melanosporum*).

Un choc physiologique provoqué par un tassement du sol, l'apport de décombres, le passage d'une tranchée d'adduction d'eau, l'élargissement d'un chemin au bulldozer peut provoquer l'initiation. (surtout pour *T. melanosporum*).

Des variations drastiques des conditions physiologiques du sol, en particulier pendant l'été, peuvent être favorables (température, humidité).

Les facteurs chimiques sont en relation avec le milieu nutritif ou le substrat.

Un appauvrissement du milieu nutritif peut provoquer un choc favorable au déclenchement de l'induction de la fructification.

Les facteurs biologiques sont liés à la présence d'autres organismes.

La présence de bactéries élimine dans le milieu des substances inhibitrices de l'initiation fructifère et produit des substances indispensables à la formation des primordiums.

Tout ceci n'est pas démontré mais résulte surtout de l'expérimentation personnelle de chercheurs.

Ces facteurs endogènes et exogènes vont provoquer chez le champignon un bouleversement. Un trufficulteur a exposé l'hypothèse suivante : le bouleversement va faire produire au champignon des substances apparemment antibiotiques, en quantité telle qu'il se détruirait lui-même, ne laissant alors que des formes de survie qui, dans des conditions favorables, donneraient naissance à des truffes. Cette sécrétion antibiotique serait sans doute à l'origine de la formation du brûlé, annonciateur d'une prochaine production.

2.5.4.2 La phase de développement des corps fructifères

Les truffes apparaissent très tôt dans la saison, dès le mois de mai, mais la période de formation peut s'étaler jusqu'en été. Leur vitesse de croissance n'est pas régulière, mais subit des variations en relation avec leur évolution physiologique et cytologique. Elle est d'abord très lente (avril à juillet). Pendant cette période assez longue, les ascocarpes n'ont qu'un faible accroissement. Elle devient rapide à partir du mois d'août en raison des pluies estivales, l'augmentation de taille étant importante à cette époque. Le nombre de corps fructifères produits diminue dans le temps. La mélanisation des ascocarpes et l'acquisition de leur arôme coïncident avec l'arrêt de la croissance.

Les facteurs impliqués sont soit d'ordre métabolique, soit d'ordre environnemental.

L'humidité, le pH, la température du sol et la nutrition jouent un rôle important sur le développement de l'ascocarpe.

L'ascocarpe de *T. melanosporum* nécessite un pH de 7,5 à 8, un taux optimal d'humidité du sol de 15% et un apport nutritionnel particulier. Il est photoindifférent.

L'ascocarpe de *T. uncinatum* nécessite un pH beaucoup plus faible, une humidité plus importante, un sol très riche en matières organiques et un rapport Carbone / Azote élevé.

L'ascocarpe de *T. melanosporum* et *T. uncinatum* est thermosensible. Il s'accommode à des températures moyennes en début de formation, à des températures importantes au moment où la croissance est élevée et à des températures faibles en période de maturation. Une bonne maturation requiert un sol humide et des températures fraîches. C'est pourquoi les truffes récoltées en été sont rarement de bonne qualité.

2.5.4.3 L'alimentation des corps fructifères

Le rôle de l'arbre est des plus controversé durant la période de maturation de la truffe. On pense que le jeune corps fructifère acquiert son autonomie métabolique dès les premiers stades de son développement, des études ayant été réalisées sur le transfert de métabolites marqués de l'arbre à la truffe.

Il n'a jamais été mis en évidence de connexion entre le corps fructifère et le champignon. C'est donc dans son environnement que le champignon doit puiser. L'organe d'absorption de la truffe serait le mycélium des veines externes en communication directe avec le milieu extérieur. Cette disposition va avoir plusieurs conséquences, tout d'abord les veines ne sont pas véritablement stériles. Elles hébergent fréquemment des bactéries, champignons qui se maintiennent en symbiose. Ensuite, les veines sont pénétrées par les fluides du sol, air, solutions. Ceci permettant de donner à la truffe son autonomie métabolique. Dans cette autonomie, il est vraisemblable que ce soient les paraphyses et le réseau arachnoïde en contact avec les veines aérifères de la truffe qui jouent le rôle essentiel.

Cette communication des veines stériles avec l'extérieur fait de la truffe un organe ouvert sur le milieu ambiant.

Le développement des truffes doit donc être favorisé par une structure aérée du sol où circulent librement l'air et les substances véhiculées dans la solution du sol, certaines substances résultant des activités solubilisatrices des microorganismes. Ce phénomène

explique en partie l'effet bénéfique du paillage par un accroissement de l'activité microbienne du sol, provoquant un enrichissement du sol favorable à la truffe.

Autre organe jouant un rôle important, les hyphes externes, qui subsistent à la surface du péridium, en particulier au sommet des pointes de verrues, sont capables de coloniser le sol environnant, d'absorber et de distribuer les éléments nutritifs à l'intérieur de la gléba. Les éléments ainsi absorbés circulent dans les veines fertiles, les veines stériles ne semblant, elles, ne jouer aucun rôle. Ces hyphes sont fréquemment sectionnées par la mésofaune locale qui s'en nourrit : ils se régénèrent en permanence ; cependant au stade adulte, ils finissent par disparaître.

L'assemblage de boulettes fécales de la mésofaune tellurique autour de la truffe entraîne une microaggrégation qui contribue à la fois à l'aération du microenvironnement et à la création d'une macroporosité favorable autour du corps fructifère.

La truffe étant le siège d'échanges respiratoires intenses, l'aération du milieu est indispensable. La décompaction continuelle de l'interface sol-truffe par l'action de la mésofaune diminue les contraintes et permet à l'ascocarpe de se développer. Cette aération du sol est plus nécessaire à *Tuber melanosporum* qu'à *Tuber uncinatum* qui semblerait se satisfaire d'un sol plus compact.

Les éléments nutritifs du sol sont eux absorbés par les filaments mycéliens situés au sommet des écailles pyramidales. L'ascocarpe semblerait ainsi se comporter en saprophyte.

2.6 Nom des différentes variétés **(10)**

Il existe plus de 50 espèces du genre *Tuber*, mais de qualités organoleptiques très inégales.

En Europe, Malençon a décrit 32 espèces, mais Chevalier, Riousset et Dupré n'en ont mentionné que 21, les autres n'ayant jamais été observées par leurs soins (*T. piperatum, rapaeodorum, exiguum, microsporum, queletianum, scruposum, lucidum, murinum*) ou bien ont été synonymisées (*T. bellonae, T. ferrugineum, T. bituminatum, T. mutabile, T.*

montanum). Toutes ces espèces existent bien, mais ils n'ont jamais pu les observer et n'ont pas pu les intégrer dans leur classification :

Taxonomie des Truffes Européennes :

- Péridium verruqueux
  - Spores échinulées
    - Spores brun-sombre, opaques à maturité, péridium adhérent, gléba mûre noir-violacé.
      - ***T. melanosporum*** Vitt. (= *T. nigrum* Bull): T. dite de Périgord, T. de Norcia et de Spoleto.
    - Spores brun-clair, translucides à maturité, péridium fragile.
      - Gléba mûre gris-noir
        - ***T. brumale*** Vitt. (= *T. moschatum* Ferry).
      - Gléba mûre gris-jaunâtre clair
        - ***T. hiemalbum*** Ch.
  - Spores alvéolées
    - Péridium à verrues plutôt petites, fossette basilaire importante.
      - ***T. mesentericum*** Vitt. (= *T. bituminatum* Bk. Et Br.): T. de Bagnoli.
    - Péridium généralement à grosses verrues
      - Gléba à maturité jaunâtre, spores ornées d'un réseau de faible hauteur (2µm).
        - ***T. aestivum*** Vitt.: T. d'été, T. de la St-Jean.
      - Gléba à maturité brun-foncé, spores ornées d'un réseau à longues cloisons flexueuses (4-5µm).

- ***T. uncinatum*** Ch. : T. de Bourgogne.

- Péridium verruculeux ou chagriné
  - Spores échinulées
    - Péridium ocracé ferrugineux à brun-rougeâtre foncé, forte odeur désagréable rappelant le phénol.
      - ***T. rufum*** Pico (= *T. ferrugineum* Vitt.): T. rousse, nez de chien.
    - Péridium brun-orangé à brun-rougeâtre vif, présentant souvent un pli ou une fossette, odeur intense et désagréable rappelant *T. rufum*.
  - Spores alvéolées
    - Spores de grandes dimensions, péridium brun-sombre.
      - ***T. macrosporum*** Vitt.
    - Spores de taille moyenne ou petite, jusqu'à n ascospores par asque.
      - Corps fructifère de grande taille, péridium verruculeux, brun-rougeâtre à brun-noirâtre, jaunissant et rougissant fortement au brossage, anfractueux, gléba gris de corne à gris-brun, asques fréquemment octosporiques, spores à réseau alvéolaire dense, régulier.
        - ***T. malençoni*** D. R. C.
      - Corps fructifère de petite taille, péridium chagriné brun-noir, gléba rose-brunâtre, asques en majorité octosporiques, spores à réseau à mailles hexagonales, très régulières, assez larges.
        - ***T. regianum*** Mont. et Lazz.

- Péridium lisse ou sub-lisse
  - Spores échinulées
    - Péridium d'abord complètement blanc, devenant ocracé, maculé de rosâtre, odeur agréable.
      - ***T. requieni*** Tul.
  - Spores alvéolées
    - Corps fructifère présentant une importante fossette basilaire, péridium épais, corné à maturité, odeur alliacée rappelant *T. magnatum*.

- ***T. excavatum*** Vitt. : nez de chien jaune, truffe jaune de Bourgogne.

- Corps fructifère sans véritable fossette, truffes dites « blanches ».
  - Corps fructifère généralement de grande taille, présentant une base obconique saillante, péridium jaune sale, ténu, lobé, spores largement elliptiques, à alvéoles très amples, odeur d'ail, de fromage.
    - ***T. magnatum*** Pico : T. blanche du Piémont.
  - Caractères différents.
    - Spores citriformes, péridium lobé, ténu, jaunâtre, souvent tâché de brunâtre, forte odeur d'*Asa foetida*.
      - ***T. asa*** Tul.
    - Spores elliptiques ou sphériques.
      - Réseau à alvéoles étroits et régulier.
        - Péridium prosenchymateux, maculé de tâches grises, odeur faible, chair amère.
          - ***T. maculatum*** Vitt.
        - Péridium pseudoparenchymateux
          - Spores sphériques, péridium ténu, velouté, d'abord blanc, devenant gris jaunâtre, maculé de tâches rosâtres, odeur faible.
            - ***T. puberulum*** Bk. et Br.
          - Spores elliptiques, péridium blanc, puis rufescent, odeur d'acétylène.
            - ***T. borchii*** Vitt. (= *T. albidum* Pico) : T. blanche, blanquette.
      - Réseau à mailles amples, irrégulières.

- Péridium prosenchymateux, d'abord blanc, puis se maculant de jaunâtre, odeur faible.
    - ***T. dryophilum*** Tul.
- Péridium pseudoparenchymateux, sombre, brun rufescent, rappelant *T. rufum*, odeur d'ail ou d'huile rance.
    - ***T. foetidum*** Vitt.

2.7 Répartition géographique **(1) (11) (16) (19) (20)**

2.7.1 Sur le territoire français

FIGURE 20

Au niveau national, on récolte des truffes dans trois grandes régions principalement, ensuite, dans quelques territoires isolés comme le montrera la carte de l'hexagone ci-après.

En effet, on ne trouve pas de la truffe partout en France, deux paramètres principaux viennent régir la possibilité de trouver le champignon, le climat et la composition du sol (calcaire).

C'est pourquoi, on ne trouvera pas de truffes dans les zones montagneuses et volcaniques.

On trouve des truffes dans trois régions principalement en France : la région Languedoc – Roussillon - Provence, la région Bourgogne – Lorraine – Champagne et la région Périgord – Poitou – Centre.

Dans le Languedoc-Roussillon, la Provence, le Périgord, le Poitou et le Centre, la truffe récoltée principalement est la truffe du Périgord, *Tuber melanosporum* alors qu'en Bourgogne, Lorraine, Champagne, la principale truffe retrouvée sera la truffe de Bourgogne, *Tuber uncinatum*.

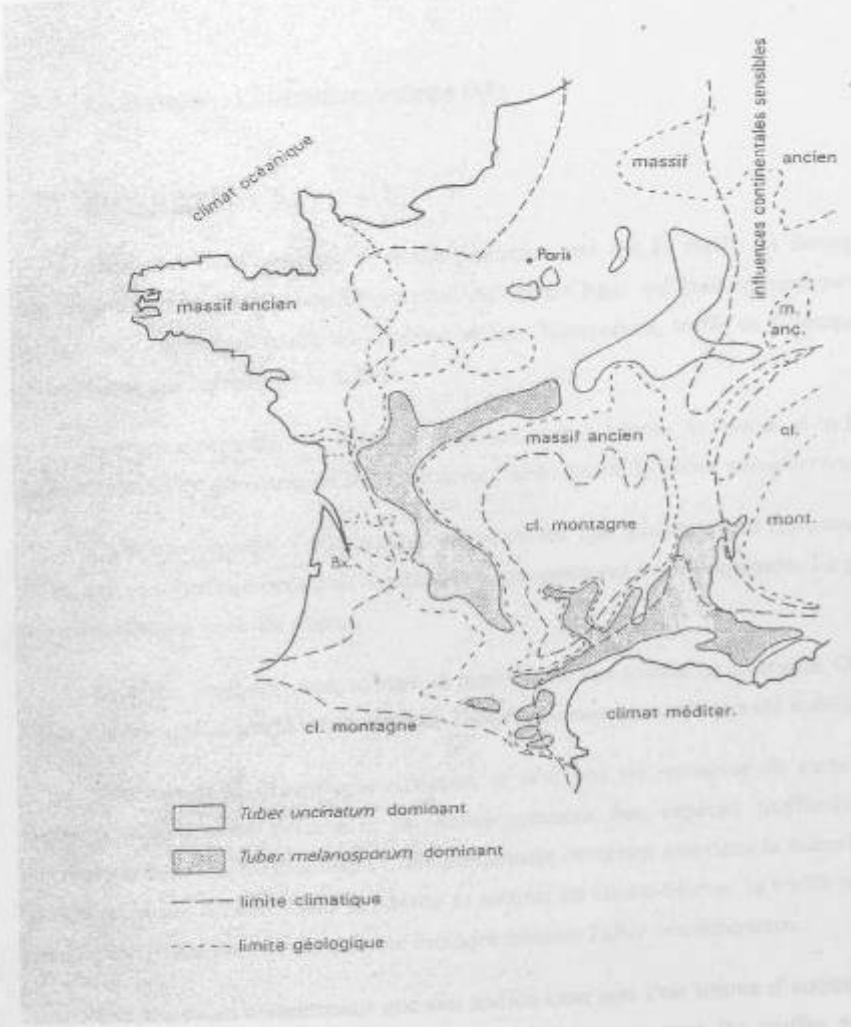


FIGURE 20 : Répartition de *Tuber uncinatum* et *Tuber melanosporum* en France **(16)**

Bien évidemment, de nombreuses autres truffes sont récoltables dans ces régions, mais un lobby évident fait que l'on ne les fait pas figurer sur les cartes. C'est bien dommage !...

2.7.2 En Lorraine – Champagne-Ardenne **(11)**

FIGURE 21

Dans ces deux régions, la truffe prédominante est la truffe de Bourgogne, *Tuber uncinatum*, nom donné par son découvreur, Adolphe Chatin qui était bourguignon. Cependant les Lorrains l'appellent truffe de Lorraine et les Champenois, truffe de Champagne, c'est le chauvinisme qui reprend ici le dessus.

Les principaux départements producteurs sont la Marne, la Meuse et la Haute-Marne. La particularité du département Meusien étant l'abondance de *Tuber mesentericum*.

Dans nos régions, *Tuber melanosporum* n'est que très rarement retrouvé, bien que le sol ne soit pas foncièrement défavorable au développement du champignon. Le problème doit très certainement venir du climat.

La carte, page suivante, montre la potentialité des truffes en Lorraine. On remarquera sur cette carte que la truffe mésentérique, *Tuber mesentericum*, n'a pas été oubliée.

Concernant la Champagne-Ardenne, je n'ai pas pu retrouver de carte montrant les zones potentiellement favorables au développement des espèces trufficoles, mais mes discussions avec des trufficulteurs Champardennais montrent que dans le massif ardennais, la récolte est assez limitée. Dans la Marne et surtout en Haute-Marne, la truffe principalement récoltée est *Tuber uncinatum* et à une moindre mesure *Tuber mesentericum*.

Les cartes ne mentionnent que ces truffes bien que l'on trouve d'autres espèces dans des proportions plus faibles. Ceci est dû au fait que ce sont les truffes principalement commercialisées sur les marchés car étant les plus consommées.

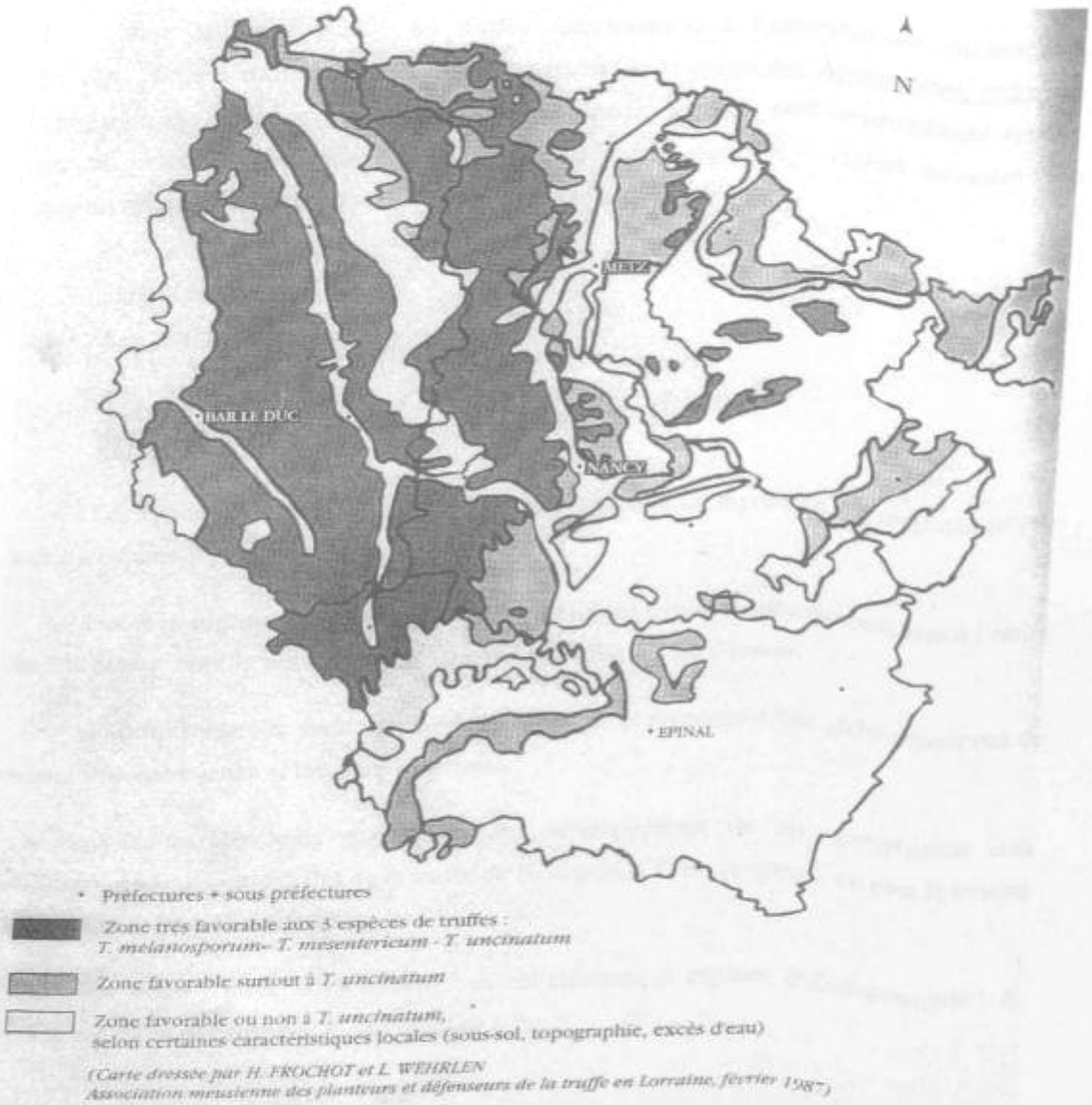


FIGURE 21 : Potentialité truffe de Bourgogne en Lorraine. Esquisse pédo-géologique provisoire au 1/300 000e **(11)**

2.8 Fausses truffes (11)

Pour le grand public, les truffes correspondent à l'ensemble des champignons hypogés. Or, les truffes au sens strict font partie de la classe des Ascomycètes, ordre des *Tubérales*, genre *Tuber*. Tous les autres champignons hypogés sont communément appelés par les mycologues « fausses truffes ». On en trouve dans les 3 classes suivantes : les zygomycètes, les ascomycètes et les basidiomycètes.

2.8.1 Les zygomycètes

PHOTOS 1 ET 2

Les zygomycètes sont caractérisés par la présence d'un mycélium coenocytique (c'est-à-dire à hyphes dépourvues de cloisons).

Les champignons produisant des corps fructifères hypogés appartiennent tous à l'ordre des *Mucorales*, famille des *Endogonaceae*, genre *Endogone* ou *Glomus*.

On différencie ces champignons des truffes par la présence d'une gléba dépourvue de veines, blanchâtre jeune et brunâtre à maturité.

Par contre l'écologie et l'époque de développement de ces champignons sont sensiblement identiques à celles de la truffe de Bourgogne. C'est pourquoi, on peut la trouver en allant à la recherche des truffes.

Dans notre région, on a retrouvé essentiellement 3 espèces d'*Endogonaceae* : *E. macrospora, E. macrocarpa et E. lactiflua.*

2.8.2 Les ascomycètes

Dans cet ordre, on en recense trois, produisant des corps fructifères hypogés, à savoir : l'ordre des *Elaphomycétales*, l'ordre des *Pézizales* et l'ordre des *Tubérales* et 10 familles dont

PHOTO 1 : *Glomus macrocarpum* Tul. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

PHOTO 2 : Chlamydospores de *G. macrocarpum* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

quatre que l'on est susceptible de rencontrer dans nos régions, les *Elaphomycetaceae*, les *Geneaceae*, les *Tuberaceae* et les *Pezizaceae*. Les « fausses truffes » appartiennent aux genres *Elaphomyces, Hydnotria, Genea, Pachyphloeus, Stephensia, Balsamia, Hydnobolites, Picoa et Choiromyces*.

- *les Elaphomyces*

PHOTOS 3 ET 4

Ils appartiennent à la famille des *Plectomycetidae* et sont caractérisés par des ascocarpes rudimentaires et clos, sans hyménium (cléistothèces), alors que les *Tubérales* sont des *Discomycétidae* à corps fructifères à l'origine en apothécies à disques.

Ces champignons sont vulgairement appelés « truffes des cerfs » du fait de l'attirance de ces derniers qui les déterrent pour se nourrir.

Les *Elaphomyces* sont mycorhiziens avec différentes familles de résineux et de feuillus.

Dans nos régions, 6 espèces ont été retrouvées : *E. aculeatus* Vitt., *E. variegatus* Vitt., *E. granulatus* Fries et *E. rubescens* Hesse. en Bourgogne, *E. muricatus* Fries et *E. anthracinus* Vitt. en Meuse.

- *les Hydnotria*

Ils appartiennent à la famille des *Helvellaceae*.

Dans nos régions, c'est *H. tulasnei* Berk et Br. qui a été retrouvé.

- *Les Genea*

PHOTOS 5 ET 6

Découverts par Vittadini, ils appartiennent à la famille des *Geneaceae*.

PHOTO 3 : *Elaphomyces muricatus* Fries (Photo: L. RIOUSSET) **(11)**

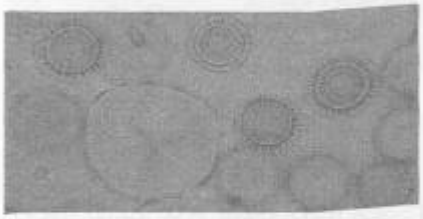


PHOTO 4 : Asques et ascospores d'*E. muricatus* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

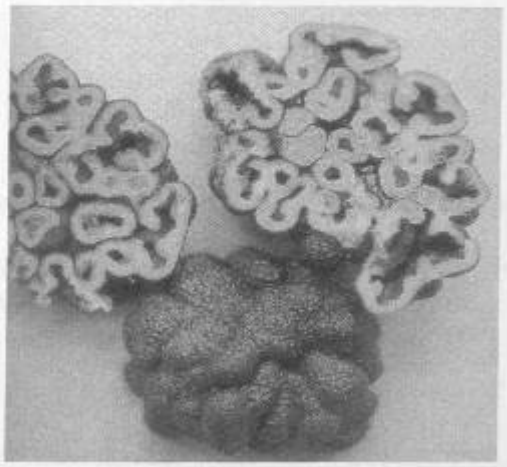


PHOTO 5 : *Genea verrucosa* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

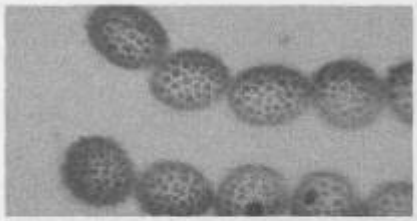


PHOTO 6 : Asques et ascospores de *G. verrucosa* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

Quatre espèces ont été retrouvées près de chez nous, *G. sphaerica*, *G. klotzschii*, *G. pulchra* Corda (rare) et *G. verrucosa* (commune). Cette dernière se développe dans les terres rouges, caillouteuses, en association ectomycorhizienne avec le noisetier, le charme, le chêne sessile.

- *Les Pachyphloeus*

Les *Pachyphloeus* Tul. appartiennent à la famille des *Terfeziaceae*.

Dans nos régions, on a pu récolter exceptionnellement deux espèces, *P. conglomeratus* Tul. et *P. citrinus* Berk et Br.

- *Les Stephensia*

Les *Stephensia* Tul. appartiennent à la famille des *Pyronemataceae*.

En Bourgogne a été récolté *S. bombycina* (Vitt) Tul., espèce très rare rencontrée en plus forte abondance à la frontière allemande dans les bois de charmes et de chênes. Ses besoins en lumière sont plus élevés que ceux de *T. uncinatum*. Le champignon pousse en lisière de bois, mais davantage vers la lisière que la truffe de Bourgogne. Le sommet émerge parfois de la surface. L'odeur est très désagréable.

- *Les Balsamia*

PHOTOS 7 ET 8

Les *Balsamia* Vitt. appartiennent à la famille des *Balsamiaceae*.

Trois espèces ont été signalées chez nous, *B. vulgaris* Vitt. dit « truffe rouge », *B. platyspora* Berk et Br. et *B. ambigua* Petitb. La « truffe rouge » n'est pas vénéneuse, mais, mangée en grande quantité, elle peut provoquer nausées, vomissements et diarrhées.

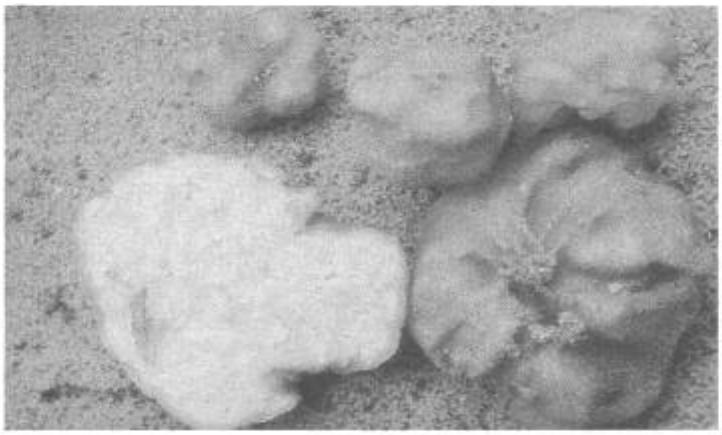


PHOTO 7 : *Balsamia vulgaris* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

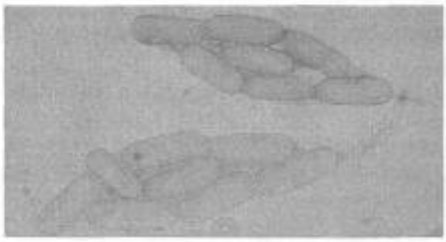


PHOTO 8 : Asques et ascospores de *B. vulgaris* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

- *Les Hydnobolites*

Les *Hydnobolites* Tul. appartiennent à la famille des *Terfeziaceae*.

Dans nos régions, une seule espèce a été récoltée, mais de manière tout à fait exceptionnelle, *H. cerebriformis* Tul.

- *Les Picoa*

Les *Picoa* Vitt. appartiennent à la famille des *Balsamiaceae*.

P. juniperi Vitt. a été repéré en Bourgogne.

- *Les Choiromyces*

PHOTOS 9 ET 10

Les *Choiromyces* Vitt. appartiennent à la famille des *Terfeziaceae*.

En Lorraine, a déjà été retrouvé au mois de septembre, *C. meandriformis* Vitt. dit « truffe des cochons ». On l'appelle également « truffe d'Allemagne » dont l'odeur, rappelant celle du maïs cuit, est si violente les jours chauds d'été qu'il est facile de repérer ce champignon.

Ce champignon ne possède aucune valeur gastronomique, tout au contraire, il pourrait même se révéler toxique.

2.8.3 Les basidiomycètes

Dans cette classe, on retrouve également des champignons hypogés qualifiés de « fausses truffes » et plus particulièrement chez les Holobasidiomycètes (basides monocellulaires), sous-classe des *Gasteromycétales*, ordre des *Sclerodermatales* et des *Hymenogastrales*.

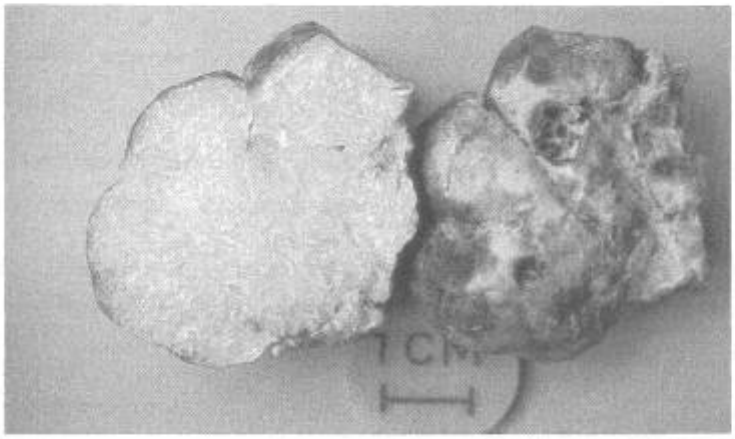


PHOTO 9 : *Choiromyces meandriformis* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

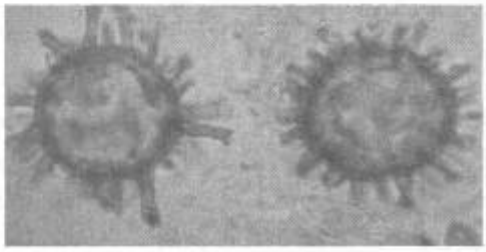


PHOTO 10 : Spores de *C. meandriformis* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

On fera surtout attention aux *Hymenogastrales* qui sont des champignons hypogés tubéroïdes qui peuvent être incorporés frauduleusement dans les produits dits « truffés » en lieu et place des truffes comestibles, mais leur présence est facilement détectable, au microscope, par l'absence d'asques et l'aspect des spores. Ils comprennent plusieurs genres, dont les plus connus sont les *Hymenogaster* Vitt., les *Melanogaster* Corda et les *Rhizopogon* Fries et Nordh.

Parmi les *Sclerodermatales* du genre *Scleroderma*, *S. aurantium* et *S. verrucosum* ont également déjà été utilisés frauduleusement en guise de truffes.

Chez les Basidiomycètes, les genres retrouvés dans nos régions sont les suivants :

- *Les Hysterangium* Vitt.

H. stoloniferum Tul. et *H. clathroïdes* Vitt. ont été retrouvés. *H. stoloniferum* se développe de mai à juillet (même en janvier) dans les terres humiques des pentes calcaires, sous les taillis et buissons de noisetiers, charmes et chênes sessiles, exceptionnellement sous pins noirs d'Autriche.

- *Les Gautieria* Vitt.

G. morchellaeformus Viit. a été retrouvé en Bourgogne, en juin, dans des taillis clairs de chênes et de charmes. Les corps fructifères émergeaient partiellement des sols calcaires pierreux. C'est une espèce assez rare.

- *Les Hydnangium* Wallroth

Dans notre aire géographique, *H. galathejum* Q. et *H. pila* Pat. ont été retrouvés, mais ceux-ci sont très rares.

- Les *Arcangeliella* Cavara

A. asterosperma est une espèce retrouvée de manière tout à fait exceptionnelle dans nos régions. Les corps fructifères se développent à l'automne, dans les terres brunes caillouteuses, sous noisetiers, chênes sessiles et camérisiers à balai.

- Les *Wakefieldia* Corner et Hawker

W. macrospora Hawker peut être retrouvé en Bourgogne, en automne dans les terres graveleuses humifères des combes ou des pentes, dans les taillis et les buissons à noisetiers et à charmes.

- *Les Hymenogaster* Vitt.

PHOTOS 11 ET 12

Dans nos régions, ils se développent en été et surtout en automne dans les buissons ou les taillis de chênes sessiles, charmes, noisetiers. On a distingué dans la région une douzaine d'espèces, dont les plus communes sont *H. citrinus* Vitt., *H. vulgaris* Tul. et *H. calosporus* Tul.

H. citrinus est caractéristique par son péridium jaune vif et sa gléba citrine, devenant rapidement brun-noirâtre à la coupe. Il se développe à l'automne, en terre argilo-calcaire, presque exclusivement sous pins noirs d'Autriche. *H. vulgaris* a des corps fructifères pouvant atteindre la taille d'une noix, il prospère en limon argileux ou en terre argilo-calcaire, en partie hors du sol.

- *Les Rhizopogon* Fr. emend. Tul.

PHOTOS 13 ET 14

Dans notre aire, trois espèces ont été signalées, dont seul *R. provincialis* Tul. est assez commun. Il se développe d'août à octobre, parfois en abondance, sous pins noirs d'Autriche.

PHOTO 11 : *Hymenogaster olivaceus* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

PHOTO 12 : Basidiospores d'*H. olivaceus* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

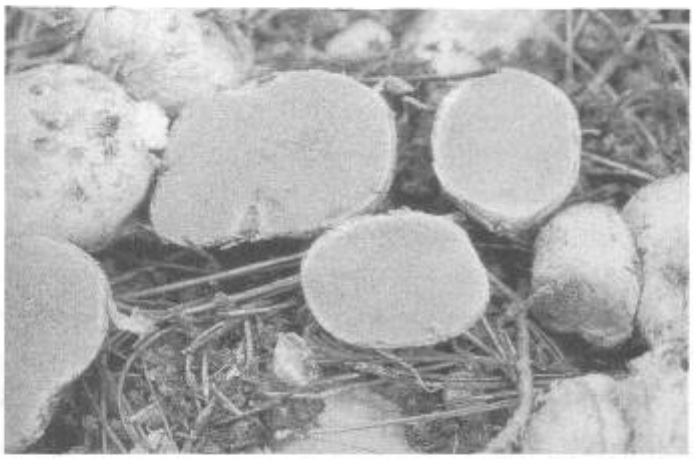


PHOTO 13 : *Rhizopogon vulgaris* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

PHOTO 14 : Basidiospores de *R. vulgaris* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

Les corps fructifères affleurent à la surface du sol.

- *Les Melanogaster* Corda

PHOTOS 15 ET 16

M. variegatus (Vitt.) Tul. qui a été signalé dans nos régions est aussi appelé vulgairement "encrière du Lot". Ce n'est pas un champignon commun. Il se développe dans les taillis et les buissons à charmes, chênes sessiles et noisetiers, mais aussi dans les peuplements artificiels de pins noirs d'Autriche. Le champignon est considéré, en Hongrie, comme un comestible de choix à odeur « fortement agréable de vin, rhum ou pomme ». *M. variegatus var. broomeianus* berk. Apud Tul., aussi appelé "truffe rouge" ou "truffe de Bath" était jadis commercialisé sur le marché de Bath et préféré aux vraies truffes.

PHOTO 15 : *Melanogaster variegatus* Tul. (L. RIOUSSET) **(11)**

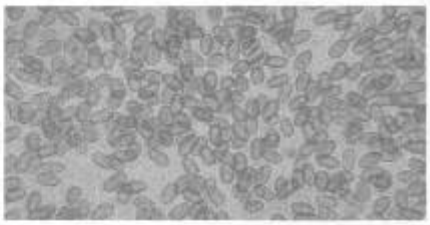


PHOTO 16 : Basidiospores de *M. variegatus* (L. RIOUSSET) **(11)**

III. Les espèces de truffe retrouvées en Lorraine et en Champagne-Ardenne

3.1 En milieu naturel

3.1.1 Espèces **(5) (11) (19) (20)**

La détermination des espèces présentes à l'état naturel dans la région Lorraine et Champagne-Ardenne découle essentiellement des renseignements émanant auprès des trufficulteurs de la région.

Huit espèces du genre *Tuber* on été retrouvées en Lorraine, Champagne-Ardenne, *Tuber borchii, Tuber brumale, Tuber excavatum, Tuber macrosporum, Tuber melanosporum, Tuber mesentericum, Tuber rufum, Tuber uncinatum.*

Je vais décrire successivement six espèces retrouvées à l'état naturel mais non cultivé dans les truffières des trufficulteurs.

En effet, à l'heure actuelle, en Lorraine, Champagne-Ardenne, seuls *Tuber uncinatum* et *Tuber mesentericum* sont cultivées dans les truffières.

3.1.1.1 *Tuber borchii* Vitt. (= *Tuber albidum*)

Les corps fructifères sont globuleux ou irrégulièrement lobés, leur taille peut atteindre 30 mm de diamètre ou plus.

Le péridium, d'abord blanchâtre et recouvert d'une pubescence soyeuse, se teinte plus tard de brun-roussâtre.

La gléba est tendre, d'abord blanche, puis brunâtre, brun-violacé, à veines blanches à brun-rougeâtre, peu nombreuses, anastomosées.

Les asques sont globuleux à subclavés, sessiles ou pourvus d'un court pédicelle. Ils renferment une à trois spores ellipsoïdes ou subglobuleuses, brun-rougeâtre, à réseau plutôt

régulier, en « nid d'abeille », profond, et alvéoles de taille variable suivant les spores, hexagonales.

C'est un comestible médiocre, son odeur rappelant l'acétylène. Elle peut être alliacée.

Les corps fructifères sont récoltables tout au long de l'année. On les retrouve préférentiellement dans la terre rouge caillouteuse des plateaux calcaires, au voisinage des pins noirs d'Autriche, plus rarement en plaines, dans les sols argilo-calcaires des bois de feuillus, sous noisetiers, charmes, chênes pédonculés.

PHOTOS 17 ET 18

3.1.1.2 *Tuber brumale* Vitt.

On l'appelle vulgairement « truffe noire d'hiver » ou « truffe musquée ».

Dans nos régions, les corps fructifères sont toujours de petite taille. Ils présentent une petite excavation.

Son péridium est noirâtre, jamais rougeâtre avant maturité, se décollant facilement et disparaissant au brossage. Les verrues sont petites (1 à 3 mm), surbaissées, polygonales, déprimées au sommet, sillonnées longitudinalement.

La gléba est d'abord blanche, puis grisâtre, gris foncé à maturité. Elle est parcourue de veines blanches, bien marquées, généralement moins nombreuses, assez grosses, renflées aux extrémités, ne rougissant jamais à la coupe, disparaissant à la cuisson (la chair prend alors une teinte chocolat plus ou moins foncée).

Les asques sont ellipsoïdes, pourvus de courts pédicelles, lorsqu'ils sont jeunes, puis sessiles. Ils renferment de trois à six spores. Les spores sont elliptiques, marron clair, translucides, même à maturité, hérissées d'aiguillons longs et parfois flexueux (jusque 6 µm de longueur).

L'odeur est plus ou moins forte, sans aucun rapport avec le musc.

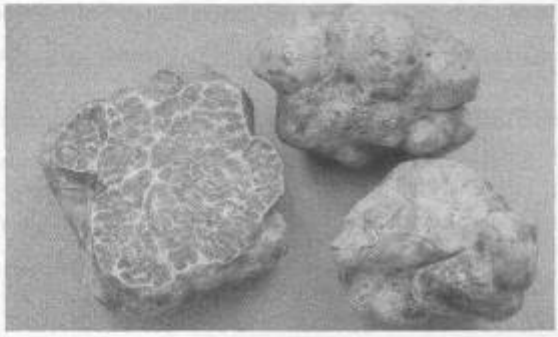


PHOTO 17 : *T. borchii* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

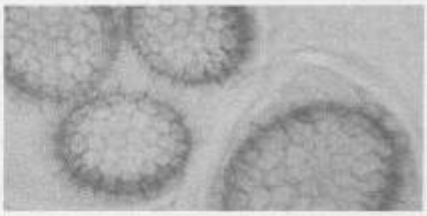


PHOTO 18 : Asques et ascospores de *T. borchii* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

La législation a classé cette truffe dans la catégorie des « bonnes » truffes, à spores échinulées. Moyennant certaines conditions d'utilisation, elle a donc droit à l'appellation « truffé ».

On trouve cette truffe dans nos régions, sous chênes sessiles et pubescents, charmes, pins noirs d'Autriche et, surtout noisetiers. Le champignon croît sous des habitats variés et supporte les sols lourds, plus humides, davantage humifères, moins calcaires.

Il arrive régulièrement de retrouver cette truffe dans les truffières artificielles, où elle aura pris le dessus sur celle avec laquelle les arbres ont été mycorhizés.

PHOTOS 19 A 21

3.1.1.3 *Tuber excavatum* Vitt.

Cette truffe est appelée vulgairement « nez jaune de chien ».

Les corps fructifères sont globuleux ou lobés, souvent pourvus d'une excavation (comme son nom l'indique). Leur taille ne dépasse pas généralement celle d'une grosse noix.

Le péridium est jaunâtre, ocracé à brun sombre, lisse. Dans la forme *fulgens*, il est orangé, de couleur plus vive que dans la forme type.

La gléba est d'abord jaunâtre, ocracée, charnue, puis jaune-rougeâtre, compacte, cornée. Les veines sont jaunâtres et peu nombreuses. Elles convergent vers la fossette basilaire.

Les asques sont brièvement pédicellés. Ils renferment une à six spores ellipsoïdes, jaunâtres à brun clair, réticulo-alvéolées, à réseau à mailles amples et hautes (environ 6 µm).

T. excavatum est parfois consommé, mais ses qualités gustatives sont faibles.

Le champignon se récolte pratiquement toute l'année mais il n'est mûr qu'en automne et en hiver. Il affectionne les endroits ombragés, sous noisetiers. On l'a également fréquemment rencontré sous les taillis et les buissons de feuillus, ainsi que dans les bois de

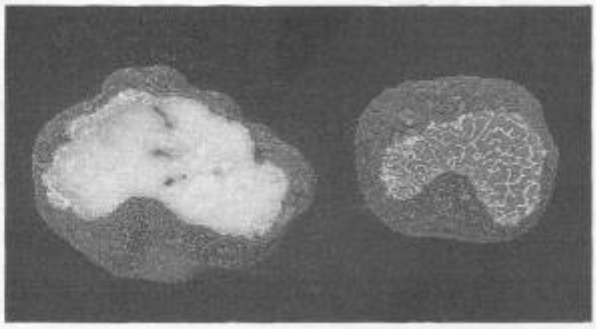


PHOTO 19 : *Tuber brumale* (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 20 : *Tuber brumale* (Photo : B. LENFANT)

PHOTO 21 : Asques et ascospores de *T. brumale* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

pins noirs d'Autriche, surtout à strates buissonnantes, sur les terres rouges caillouteuses des plateaux et des pentes.

Les caveurs affirment que sa présence annoncerait la production prochaine de *T. melanosporum*, mais aussi son déclin.

PHOTOS 22 ET 23

3.1.1.4 *Tuber macrosporum* Vitt.

Les corps fructifères sont régulièrement arrondis ou plus ou moins bosselés-plissés, de la grosseur d'une noix jusqu'à un œuf de poule, rarement plus.

Le péridium est verruculeux, c'est-à-dire à verrues très petites, écrasées, de forme variable (plutôt quadrangulaire), de sorte qu'il semble craquelé. La couleur de fond est foncée, brun-rougeâtre à noir mat, mais les verrues sont largement maculées de brun-rouille.

La chair est d'abord blanche, puis brun-pourpre, marron foncé, même noirâtre. Elle est parcourue de veines blanches puis brun pâle, fines, nombreuses.

Les asques sont subglobuleux, pourvus d'un court pédicelle. Ils contiennent une à trois spores. Ces spores sont les plus grosses du genre *Tuber*, elles sont elliptiques, brun foncé, ornées d'un réseau petit et irrégulier.

L'odeur de cette espèce est spéciale et rappelle fortement l'ail. C'est un comestible apprécié en Italie.

C'est un champignon qui affectionne les endroits frais. On le retrouve assez rarement tout de même dans nos régions. On le récolte en lisière d'un bois de feuillus, mais également en bordure de ruisseaux.

PHOTOS 24 ET 25

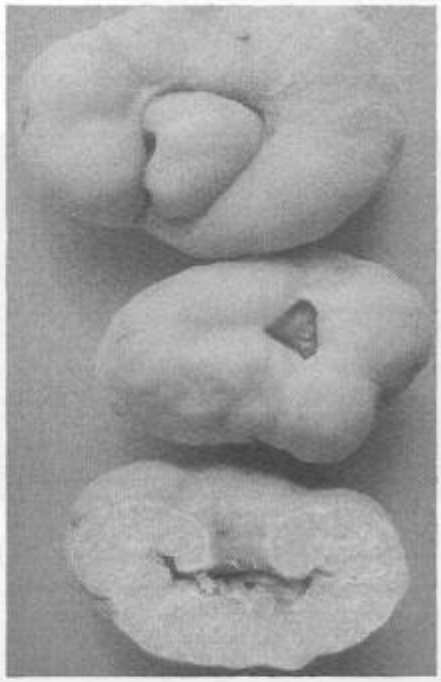


PHOTO 22 : *T. excavatum* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

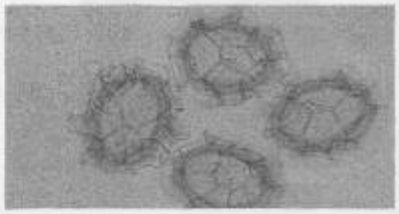


PHOTO 23 : Asques et ascospores de *T. excavatum* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

PHOTO 24 : *T. macrosporum* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

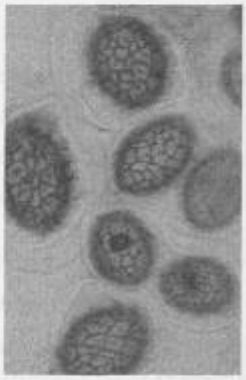


PHOTO 25 : Asques et ascospores de *T. macrosporum* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

3.1.1.5 *Tuber melanosporum* Vitt.

Cette truffe, dont la renommée n'est plus à faire, est aussi appelée « diamant noir » ou « truffe noire du Périgord ».

Les corps fructifères sont plus ou moins arrondis ou difformes. Leur grosseur peut atteindre celle d'une pomme ou plus.

Le péridium est rougeâtre avant maturité, puis brun-noirâtre, avec des reflets bai-rougeâtres ou ferrugineux. Il est couvert de verrues polygonales de quatre à six pans de taille moyenne (3 à 5 mm de diamètre), cannelées longitudinalement, déprimées au sommet.

La gléba est d'abord blanche, puis grisâtre, enfin noir-violacé. Elle est marbrée de veines blanches, nombreuses, fines, bien marquées, très ramifiées, formant un réseau très dense, rougissant lentement à l'air et devenant noires à la cuisson.

Les asques sont ovoïdes, parfois munis d'un court pédicelle. Ils renferment de deux à six spores ellipsoïdes, brun sombre, opaques à maturité, ornées d'épines courtes rigides mesurant environ deux µm.

Sa récolte en Lorraine, Champagne-Ardenne est assez rare. Sa présence se traduit par des espaces dénudés dans les friches ou les lisières de bois, sous chênes sessiles ou pubescents, noisetiers, même bouleaux, tilleuls. Les corps fructifères peuvent former des « ronds de sorcières » autour de l'arbre producteur.

La truffe du Périgord se développe dans des endroits davantage ensoleillés que ceux où prospère la truffe de Bourgogne, aux expositions sud, sud-est, sud-ouest, dans les sols pas trop lourds. Elle se récolte de décembre à fin mars. Dans nos régions, elle gèle régulièrement avant d'arriver à maturité, ce qui pose un gros problème.

Un trufficulteur m'a mis en garde concernant des pratiques peu scrupuleuses que certains vendeurs pratiquent. *Tuber indicum*, la truffe de Chine, est une truffe qui ressemble fortement à la *Tuber melanosporum* et les non spécialistes peuvent s'y méprendre. Cette truffe peut ainsi être vendue frauduleusement pour de la truffe du Périgord, alors que son cours est

bien moindre et que sa valeur gustative est également bien moins agréable. Sa consistance est semble-t-il plus caoutchouteuse.

Cette truffe a été la première à être mycorhizée par le procédé I.N.R.A.-A.N.V.A.R. et c'est avec cette truffe qu'ont été effectuées les premières truffières expérimentales dans notre région avec des résultats peu encourageants dont j'expliquerai les raisons ultérieurement. On a vu dans ces plantations, *Tuber brumale*, dont les spores étaient présentes dans le sol, entrer en compétition avec *Tuber melanosporum* et prendre le dessus. Cette truffe est tout-à-fait commercialisable mais son cours est inférieur à celui de la truffe du Périgord.

Je ferai une remarque particulière sur cette truffe. Depuis quelques années, on a retrouvé cette truffe dans l'hémisphère sud au niveau de la Nouvelle Zélande et, de l'Australie au niveau de la Tasmanie. Ces endroits se situent aux antipodes de la France. On a donc essayé de superposer la carte de développement de *Tuber melanosporum* aux antipodes et on a abouti à ces régions. La latitude et la longitude ont donc peut-être aussi une influence sur le développement de la truffe.

PHOTOS 26 ET 27

3.1.1.6 *Tuber rufum* Pico

Cette espèce est aussi appelée « truffe rousse » ou « truffe grise du Poitou » ou « nez de chien noir ».

Les corps fructifères peuvent être régulièrement arrondis, présenter une excavation discrète ou être difformes. Ils sont généralement de petite taille (souvent pas plus grosse qu'une noisette ou une noix).

Le péridium est lisse mais, la plupart du temps, finement chagriné ou recouvert de petites verrues contiguës, aplaties, parfois crevassées, de couleur marron plus ou moins roux à brun-noir, rougeâtre, même noirâtre. En coupe, il est peu épais et d'aspect corné.

La gléba est d'abord blanche, molle, puis tenace, cartilagineuse, cornée, beige à marron clair, rougeâtre-violacé, café au lait, compacte. Les veines internes, d'abord

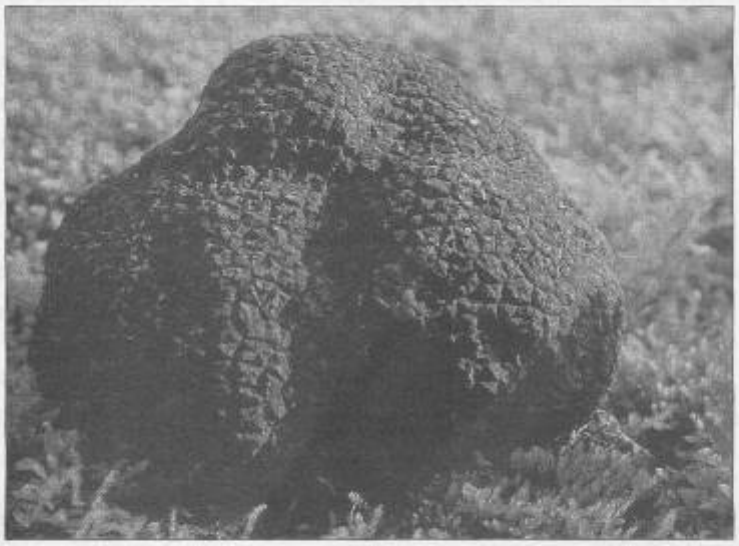


PHOTO 26 : *Tuber melanosporum* Vitt. (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

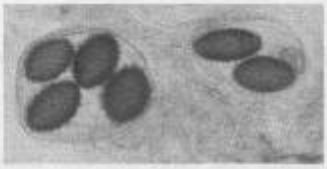


PHOTO 27 : Asques et ascospores de *T. melanosporum* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

blanchâtres, deviennent brunâtres à maturité. Elles sont doublées par les veines externes, nombreuses et anastomosées, d'abord blanchâtres, puis devenant foncées à maturité.

Les asques sont piriformes, avec un long pédicelle caractéristique. Ils renferment de une à quatre spores ellipsoïdes, d'un brun très clair, mordorées, subopaques, échinulées, à épines souvent courtes.

L'odeur est forte à maturité, désagréable. Ce champignon est sans intérêt culinaire.

Cette espèce est censée précéder *T. melanosporum* dans les truffières ou annoncer la fin de production de l'espèce noble comme *T. excavatum*.

Cette espèce se développe dans nos régions toute l'année, mais surtout en été et en automne. Elle croît aussi bien sur les plateaux calcaires, dans les bois de pins noirs d'Autriche, sous les prunelliers, et en plaines, sous feuillus.

PHOTOS 28 A 30

3.1.2 La flore et la végétation **(11) (28)**

3.1.2.1 Truffières situées en zone non forestière

Une étude a été réalisée sur le département de la Meuse, sur 19 truffières naturelles (une à *T. melanosporum*, quatre à *T. uncinatum* et quatorze à *T. mesentericum*).

Les truffières se localisent souvent dans des zones complexes de type reconquête forestière où s'entremêlent les pelouses, les broussailles, voire les accrues (groupements préforestiers) ou la jeune forêt. On peut les rencontrer aussi au niveau des lisières forestières ou de rideaux arbustifs isolés. Elles sont presque toujours situées sous les broussailles, plus rarement dans la pelouse contiguë.

Le végétal dominant de ces broussailles est le noisetier (*Corylus avellana*). Les autres espèces arbustives fréquentes sont le prunellier (*Prunus spinosa*), le cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), l'aubépine (*Crataegus monogyna*), le troène (*Ligustrum vulgare*) et de

PHOTO 28 : *T. rufum* Pico. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

PHOTO 29 : *Tuber rufum* (Photo : B. LENFANT)

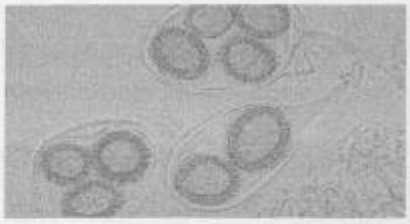


PHOTO 30 : Asques et ascospores de *T. rufum* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

jeunes arbres, notamment le hêtre (*Fagus sylvatica*) et les chênes (*Quercus sessilis* ainsi que son hybride avec *Quercus pubescens*). La clématite (*Clematis vitalba*) est la seule liane de groupement. La strate herbacée est pauvre, les espèces dominantes sont le lierre (*Hedera helix*), la verge d'or (*Solidago virgaurea*), les brachypodes (*Brachypodium pinnatum, B. sylvaticum*), la violette hérissée (*Viola hirta*), la ronce bleuâtre (*Rubus caesius*).

On peut remarquer qu'il s'agit d'une végétation à caractère banal. On notera toutefois le caractère calcicole, la présence de mancienne (*Viburnum lantana*), du camerisier (*Lonicera xylosteum*) et d'arbustes moins répandus comme le cerisier Ste Lucie (*Prunus mahaleb*) et le cytise (*Laburnum anagyroïdes*). Cette végétation est mésophile. On remarque également que les broussailles hébergeant les truffières étudiées recèlent quelques espèces mésohygrophiles comme la ronce bleuâtre (*Rubus caesius*), la grande berce (*Heracleum sphondylium*), la bourdaine (*Frangula alnus*), la douce-amère (*Solanum dulcamara*). Enfin, il s'agit dans de nombreux cas d'une végétation à tendance nitratophile comme l'indiquent la douce-amère, la ronce bleuâtre, la benoîte (*Geum urbanum*), l'herbe à Robert (*Géranium robertianum*), la chérophylle (*Chaerophyllum temulum*).

Si aucune espèce végétale particulière ne semble indiquer la présence de truffières, en revanche certains groupements végétaux donnent de nombreuses indications :

Le groupement à noisetiers et prunelliers (« *Ligustro-Prunetum* »). La majorité des truffières se localisent au niveau de ce groupement. Il héberge autant *T. uncinatum* que *T. mesentericum*. (13 relevés)

Le groupement à cerisiers de Ste Lucie et bourdaines (« *Sorbo-Franguletum* »). Il héberge essentiellement *T. mesentericum*. (4 relevés)

Le groupement à frênes et aegopodes (« *Aegopodio-Fraxinetum* »). Il héberge *T. mesentericum*. (1 relevé)

Le groupement préforestier à charmes et prunelliers. Il héberge *T. uncinatum*. (1 relevé)

Les groupements de pelouses, la pelouse élevée à coronilles et brachypodes (« *Coronillo-Brachypodietum* ») et la pelouse-ourlet à coronilles et vesces ténuifoliées (« *Coronillo-Vicietum tenuifoliae* »).

3.1.2.2 Truffières situées en forêt

Les études effectuées ont essentiellement portées dans notre région, sur *Tuber uncinatum*. Comme dans l'étude précédente, il n'a pas été possible de désigner d'espèces compagnes de la truffe de Bourgogne, mais on a pu préciser l'autoécologie de cette espèce et montrer qu'elle se rencontre surtout dans les bois mésoxérophiles.

On a localisé le champignon dans des stations forestières assez variables : futaies artificielles de pins noirs, taillis sous futaies de chênes et hêtres, taillis de recépage, broussailles issues de la recolonisation d'anciennes vignes, de cultures ou même de sites de tranchées abandonnées depuis 1918 dans la Meuse.

La végétation rencontrée est tout d'abord calcicole. On a remarqué la présence des espèces suivantes : le cerisier de Ste Lucie (*Prunus mahaleb*), la garance (*Rubia peregrina*), l'hellébore fétide (*Helleborus foetidus*), le cytise (*Laburnum anagyroïdes*), le cormier (*Sorbus domestica*), le coucou (*Primula veris*), l'alisier blanc (*Sorbus aria*), l'orchis mâle (*Orchis mascula*), l'alisier torminal (*Sorbus torminalis*), le cornouiller mâle (*Cornus mas*), l'aubépine à un style (*Crataegus monogyna*), la mancienne (*Viburnum lantana*), le troène (*Ligustrum vulgare*), la clématite (*Clematis vitalba*), le cornouillier sanguin (*Cornus sanguinea*), le fusain (*Euonymus europaeus*), le bois-joli (*Daphne mezereum*), le camerisier à balais (*Lonicera xylosteum*), l'érable champêtre (*Acer campestre*), le daphné lauréolé (*Daphne laureola*), le bracypode des bois (*Brachypodium sylvaticum*), la laîche glauque (*Carex flacca*).

On rencontre également de nombreuses plantes neutrophiles : gouet tacheté (*Arum maculatum*), érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), frêne (*Fraxinus excelsior*), parisette (*Paris quadrifolia*), sanicle d'Europe (*Sanicula europaea*), renoncule des bois (*Ranunculus nemorosus*), érable plane (*Acer platanoides*), benoite commune des villes (*Geum urbanum*), grande berce (*Heracleum sphondylium*), renoncule tête d'or (*Ranunculus auricomus*), l'ornithogale des Pyrénées (*Ornithogalum pyrenaicum*), l'herbe à Robert (*Geranium robertianum*), ficaire (*Ranunculus ficaria*), listère à feuilles ovales (*Listera ovata*), l'ortie (*Urtica dioica*), colchique (*Colchicum autumnale*), l'herbe aux goutteux (*Aegopodium podagraria*), mais également des espèces dont l'amplitude écologique est plus large dont les principales sont : le charme (*Carpinus betulus*), le rosier des champs (*Rosa arvensis*), le merisier (*Prunus avium*), la néottie nid-d'oiseau (*Neottia nidus-avis*), l'aspérule odorante

(*Asperula odorata*), l'ortie jaune (*Lamiastrum galeobdolon*), la mélique (*Melica uniflora*), l'euphorbe des bois (*Euphorbia amygdaloïdes*), le noisetier (*Corylus avellana*), la laîche des bois (*Carex sylvatica*), l'aubépine à deux styles (*Crataegus laevigata*), l'anémone des bois (*Anemone nemorosa*), le muguet (*Convallaria majalis*), le fraisier (*Fragaria vesca*), le pâturin des bois (*Poa nemoralis*), le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), le tamier commun (*Tamus communis*)...

En revanche, il est à signaler que l'on ne retrouve qu'en quantité très limitée voire nulle des espèces acidiphiles, c'est-à-dire se développant sur un sol acide. En effet, la truffe de Bourgogne aime les sols au pH compris entre 7 et 8.

On peut donc conclure que la truffe de Bourgogne se développe dans des bois variés composés d'espèces végétales calcaricoles, calcicoles et neutrophiles que l'on regroupe sous le nom de bois du *Mercurialio-Carpinion*. Ces bois sont tous mésoxérophiles.

On peut encore signaler une particularité racontée par un trufficulteur : la présence de truffes sous des épines noires (*Prunus spinosa*) à des profondeurs plus importantes à quelques mètres d'un arbre truffier (le caveur m'a dit être obligé de se mettre à quatre pattes pour pouvoir trouver le champignon et que son chien, par amour pour son maître le voyant dans la difficulté, ramassait délicatement le champignon). Cette plante se développe sur les mêmes terrains que les truffes, ces dernières trouvant un sol idéal sous les racines de cet arbre ; la terre étant à cet endroit plus aérée donc plus favorable du fait du retournement du sol par les racines. C'est un peu la même chose avec les plantations à double vocation et avec l'association avec des arbres fruitiers.

3.1.2.3 Schéma de la place des truffes en fonction des stades de végétation sur sol calcaire

Pierre SOURZAT, technicien truffe, a réalisé un schéma montrant la place de *Tuber uncinatum* en fonction des stades de végétation, de par son expérience personnelle et les dires des habitants des régions concernées. En effet, cette personne est originaire du Périgord et de ce fait, s'intéresse plus particulièrement à *Tuber melanosporum*. Ce schéma peut permettre aux apprentis caveurs de pouvoir distinguer les endroits susceptibles d'héberger le champignon, à condition bien sûr de se donner la peine d'observer la nature. **FIGURE 22**

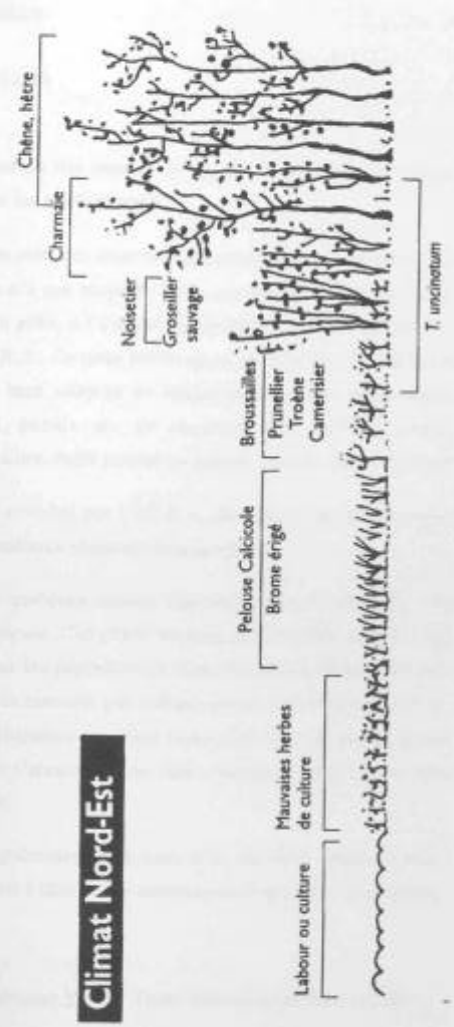


FIGURE 22 : Schéma de la place des truffes en fonction des stades de végétation sur sol calcaire (P. SOURZAT)

3.2 En milieu de culture

3.2.1 Espèces **(11) (20)**

La détermination des espèces présentes en culture a été réalisée en se basant sur les propos rapportés par les trufficulteurs.

Deux espèces sont actuellement cultivées dans notre région, *Tuber uncinatum* et *Tuber mesentericum* ; cela n'a pas toujours été le cas depuis la relance de la trufficulture au milieu des années 1970. En effet, à l'époque, seuls des plants mycorhizés par *Tuber melanosporum* étaient certifiés I.N.R.A.. Or cette truffe, que l'on retrouve à l'état naturel mais de façon assez rare, n'est pas très bien adaptée au climat et au sol de notre région. C'est pourquoi, les trufficulteurs n'ont jamais eu de résultats très brillants avec cette mycorhization. Régulièrement, une autre truffe prenait le dessus, comme *Tuber brumale*.

Puis, ont été certifiés par l'I.N.R.A. des plants mycorhizés par *Tuber uncinatum*, qui ont donné de bien meilleurs résultats dans la région.

Enfin depuis quelques années, des trufficulteurs meusiens ont mycorhizé des plants avec *Tuber mesentericum*. Ces plants ne sont pas certifiés par l'I.N.R.A. et ne sont donc pas commercialisables par les pépiniéristes. Ceci est sûrement du à un lobby des promoteurs des autres truffes qui ne la trouvent pas culinairement intéressante, mais là on entre dans un autre débat… Cette mycorhization est assez récente et n'a pas encore donné de résultats, mais on peut supposer que vu l'abondance de *Tuber mesentericum* à l'état naturel en Meuse, ceux-ci devraient être positifs.

Je vais donc présenter ici, à mon avis, les deux seules truffes réellement cultivables dans notre région, c'est à dire *Tuber mesentericum* et *Tuber uncinatum*.

3.2.1.1 *Tuber mesentericum* Vitt. (= *Tuber bituminatum* Berk.et Bro.)

Elle est appelée « truffe mésentérique ».

Le corps fructifère a une forme arrondie ou irrégulière avec la présence d'une cavité basale ou excavation. Sa taille est assez petite, elle dépasse rarement celle d'une grosse noix.

Le péridium a une couleur très noire avec un aspect verruqueux. Les verrues sont petites, constituées de 5 faces, larges de 2 à 4 mm, très serrées, aiguës ou à sommet aplati, non striées transversalement.

La gléba a une couleur blanchâtre, puis gris-brun, brun foncé, marron foncé à chocolat. Les veines sont blanches, bien marquées, immuables, formant un labyrinthe.

L'asque est globuleux à subglobuleux, pédicellé. Il contient de une à cinq spores, le plus souvent trois.

La spore a une couleur jaunâtre à brunâtre clair, translucide. Elle est de forme ellipsoïde à subglobuleuse. L'ornementation est réticulo-alvéolée, le réseau est moyennement développé, les alvéoles sont petites et irrégulières, souvent interrompues, parcourues de crêtes secondaires, profondes de 3 à 6 µm.

L'odeur peut être forte, désagréable, pénétrante éthérée, phéniquée bitumineuse, notamment à maturité incomplète, enfin rappelant l'amande amère. Les truffes mûres perdent ces caractéristiques, l'odeur devient agréable et présente les caractéristiques des autres truffes estimées. C'est un comestible recherché dans notre région, mais son emploi nécessite certaines précautions. Utilisée frais à trop forte dose, il est rapidement écœurant, mais savamment dosé et préparé, il peut égaler *T. melanosporum*. Cette truffe est la seule consommable cuite en respectant des règles de proportions.

C'est une espèce qui affectionne les bas de pentes calcaires, dans la terre graveleuse humique des bois, souvent au voisinage des noisetiers. Ce champignon est également capable de se développer dans la faible couche d'humus accumulé entre les cailloux des « murgets » et résultant de la décomposition des feuilles mortes.

Sa maturité s'échelonne d'août à février.

PHOTOS 31 A 33

PHOTO 31 : *T. mesentericum* Vitt. (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

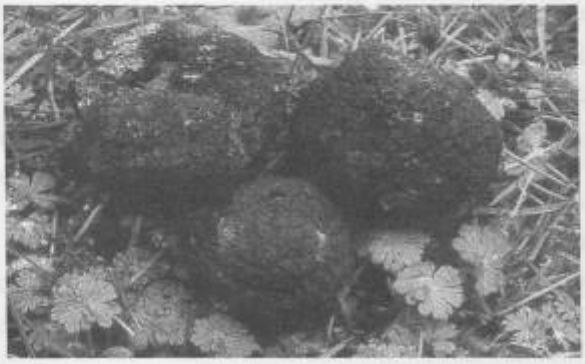


PHOTO 32 : *T. mesentericum* (Photo : B. LENFANT)

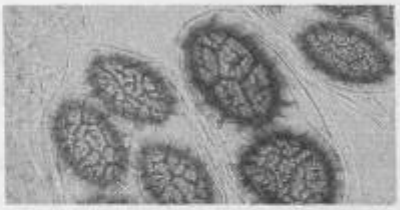


PHOTO 33 : Asques et ascospores de *T. mesentericum* (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

3.2.1.2 *Tuber uncinatum* Chat.

C'est cette truffe qui est appelée « truffe de Bourgogne ».

On peut la confondre avec *Tuber aestivum Vitt.* ou « truffe blanche d'été », mais cette truffe est très rarement trouvée dans notre région. On la trouve plus régulièrement dans le sud-est de la France.

Les corps fructifères sont arrondis ou bien de forme irrégulière. Ils peuvent atteindre 10 cm de diamètre et plus. Certains exemplaires peuvent présenter une excavation.

La couleur du péridium varie du brunâtre au noirâtre ou au noir-violacé. Les verrues sont fermes, pyramidales, saillantes, à arêtes vives. Leur taille varie de 2 à 12 mm. Elles sont généralement striées.

La couleur de la gléba varie avec le stade de maturité : la chair est initialement blanche, puis jaunâtre, couleur mastic, brun-jaunâtre, brunâtre, et même d'une « couleur brunâtre teintée de suie ». A maturité, la chair de *T. uncinatum* prend une teinte foncée. Les veines sont très nombreuses, très ramifiées, blanches. Elles partent de nombreux points de la surface du péridium.

Les asques ont d'abord une forme en massue. Ils présentent des pédicelles plus ou moins longs. Plus tard, ils deviennent globuleux et le pédicelle devient indistinct. Ils renferment de une à sept ascospores.

Les ascospores sont subglobuleuses, d'abord hyalines, puis jaunâtres, jaune-verdâtre, brun pâle, irrégulièrement réticulo-alvéolées. Les mailles du réseau d'ornementation externe sont plutôt larges (6-12 µm), avec souvent des crêtes subsidiaires. Le dessin de la paroi externe de l'ascospore est très prononcé. Les bords des alvéoles sont souvent recourbés en crochets (crochet = *uncinatus*, d'où le qualificatif).

Tuber uncinatum a une odeur et un goût agréables de noisette ou de champignon. Chez certains vieux spécimens, l'odeur peut devenir âcre, phénolique ou rappeler le céleri, la rave, le radis, le fumier de bergerie, le bitume. C'est un comestible très recherché.

Le champignon est associé essentiellement aux chênes (pédonculé, sessile, pubescent), aux noisetiers, aux charmes, aux pins noirs d'Autriche, plus rarement aux bouleaux et aux hêtres.

La description des caractéristiques climatiques et géologiques favorables à *T. uncinatum* sera exposée dans le Chapitre V, Trufficulture où j'expliquerai les méthodes de culture du seul champignon pour lequel nous avons des informations en matière de trufficulture dans notre région.

Tuber uncinatum possède deux périodes de naissance, une en octobre - novembre mais qui est souvent éliminée par le gel et une vers mars - avril donnant les corps fructifères qui seront récoltés plus tard.

PHOTOS 34 A 38

3.2.2 Essences truffières **(11) (28)**

De nombreuses espèces peuvent donner des ectomycorhizes et donc être mycorhizées par la truffe.

3.2.2.1 Les chênes, *Fagaceae*

Ce sont les plants truffiers par excellence. Le problème est qu'ils ont une croissance lente et que donc, ils vont entrer en production plus tardivement. L'avantage est que leur durée de production est très longue.

3.2.2.1.1 Le chêne sessile ou rouvre (*Quercus petraea = Quercus sessiliflora*)

Ce n'est pas l'espèce de chênes la plus utilisée.

PHOTO 34 : *Tuber uncinatum* (Photo personnelle)

PHOTO 35 : *Tuber uncinatum* (Photo : B. LENFANT)

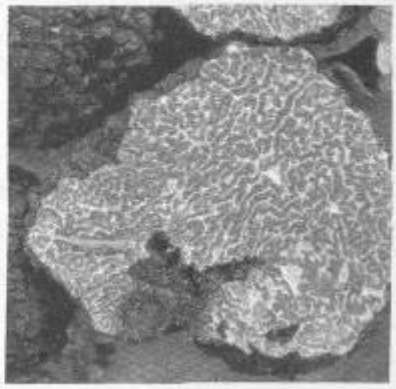


PHOTO 36 : *Tuber uncinatum* en coupe (Photo : L. RIOUSSET) **(11)**

PHOTO 37 : Truffe de Bourgogne in situ sous un tapis de mousse de feuilles de chêne (Photo : J. PIERSON) **(11)**

PHOTO 38 : Asques et ascospores de *T. uncinatum* (Photo : B. LENFANT)

3.2.2.1.2 Le chêne pédonculé (*Quercus robur = Quercus pedunculata*)

3.2.2.1.3 Le chêne pubescent (*Quercus pubescens = Quercus lanuginosa*)

C'est l'espèce truffière par excellence. Très exigeant en chaleur et en lumière, on ne le trouve dans notre région qu'à l'emplacement d'anciennes vignes. C'est cependant une bonne plante symbiote pour *T. uncinatum*.

3.2.2.1.4 Le chêne chevelu (*Quercus cerris*)

C'est une espèce assez rare à l'état spontané dans notre pays, par conséquent dans notre région ; cependant, en culture, ses caractéristiques écologiques le rendent particulièrement adapté à la culture de la truffe de Bourgogne.

PHOTOS 39 ET 40

3.2.2.2 Le hêtre (*Fagus sylvatica*), *Fagaceae*

On le retrouve à l'état spontané dans notre région. Certaines caractéristiques de son habitat coïncident avec les exigences de *T. uncinatum* et *T. mesentericum*. Paradoxalement, les truffières avec cet arbre sont rares.

PHOTO 41

PHOTO 39 : Plantation de chênes (Photo personnelle)

PHOTO 40 : Chêne isolé producteur de truffes de Bourgogne en lisière de bois de feuillus (Photo : G. CHEVALIER) **(11)**

PHOTO 41 : Truffière naturelle à truffes de Bourgogne dans une hêtraie (Région de St Mihiel, Meuse) (Photo : J. PIERSON) **(11)**

3.2.2.3 Le châtaignier (*Castanea sativa = Castanea vulgaris*), *Fagaceae*

Cet arbre est une plante calcifuge et sensible aux froids d'hiver, donc peu adaptée à notre région. Cependant, la synthèse artificielle a été réalisée, mais il est préférable d'utiliser une plante mieux adaptée au milieu où prospère le champignon.

PHOTO 42

3.2.2.4 Les noisetiers, *Corylaceae*

3.2.2.4.1 Le noisetier commun (*Corylus avellana*)

C'est une plante très répandue dans notre région.

C'est un excellent symbiote de la truffe de Bourgogne en exposition chaude sur calcaire. Il est largement utilisé en trufficulture dans notre région, de par sa facilité à former des mycorhizes avec la truffe, sa vitesse de croissance élevée et sa rapidité d'entrée en production. Le problème est que la durée de production est relativement courte (20 à 30 ans) comparativement aux chênes (50 à 60 ans).

3.2.2.4.2 Le noisetier de Byzance (*Corylus coturna*)

C'est une espèce qui ne pousse pas à l'état spontané dans notre pays mais qui est connue pour résister très bien aux conditions climatiques du nord de l'Europe. Des études de mycorhization avec la truffe de Bourgogne ont été réalisées et il semblerait que les résultats soient probants.

PHOTOS 43 A 45

PHOTO 42 : Châtaignier avec brûlé (P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 43 : Noisetier mycorhizé par la truffe de Bourgogne (Photo personnelle)

PHOTO 44 : Plantation de noisetiers mycorhizés par la truffe de Bourgogne (Photo personnelle)

PHOTO 45 : Brûlé de noisetier (Photo personnelle)

3.2.2.5 Les charmes, *Corylaceae*

Ce sont des espèces qui, en France, produisent surtout : *T. aestivum, T. uncinatum, T. melanosporum, T. macrosporum.*

3.2.2.5.1 Le charme blanc (*Carpinus betulus*)

C'est un arbre retrouvé en abondance dans nos régions et qui est un excellent producteur de truffes de Bourgogne en pleine forêt, mais il n'est pas utilisé abondamment pour la culture de cette espèce.

3.2.2.5.2 Le charme noir (*Ostrya carpinifolia*)

C'est un arbre que l'on ne retrouve pas spontanément dans notre région. Le charme-houblon (comme il est aussi appelé), de par sa faculté d'adaptation à des conditions climatiques très diverses, sa facilité à contracter la symbiose mycorhizienne, sa précocité d'entrée en production est une essence à recommander pour la culture de la truffe de Bourgogne.

PHOTO 46

3.2.2.6 Le bouleau verruqueux (*Betula verrucosa*), *Bétulaceae*

C'est une espèce très répandue dans notre région. Elle peut être truffière, mais ce n'est pas l'essence la plus commune dans le nord-est.

PHOTO 46 : Charmes communs (*Carpinus betulus*), producteurs de truffes noires avec leur brûlé (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

3.2.2.7 Les tilleuls (*Tilia sp.*), *Tiliaceae*

Les espèces de tilleuls sont très répandues dans le nord et l'est de la France. Cependant, ce ne sont pas les espèces les plus adaptées pour la production de truffes.

3.2.2.8 Les Pins, *Pinaceae*

3.2.2.8.1 Le Pin noir d'Autriche (*Pinus nigra*)

A l'état spontané, on ne le rencontre pas en France. Cependant, son écologie continentale s'est très bien adaptée à notre région. C'est un excellent producteur de truffes de Bourgogne et il est à recommander.

3.2.2.8.2 Le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)

C'est un arbre qui résiste très bien à des conditions extrêmes. Il peut produire des truffes de Bourgogne, lorsqu'il se développe sur terrain calcaire ou pas trop décarbonaté.

PHOTO 47

3.2.2.9 L'épicéa (*Picea excelsia = Picea abies*), *Pinaceae*

A l'état spontané, on ne le retrouve que dans les montagnes vosgiennes. C'est un arbre qui supporte bien des conditions climatiques difficiles. Cependant, la présence de truffes de Bourgogne sous épicéa n'est pas courante.

PHOTO 47 : Pin noir (*Pinus nigra*) avec brûlé producteur de truffes noires en Quercy (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

3.2.2.10 Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica = Cedrus libanotica*), *Pinaceae*

C'est un arbre méditerranéen qui n'est pas adapté à notre région. Cependant, il est bien adapté à la culture de truffes de Bourgogne ou de truffes mésentériques.

PHOTO 48

En résumé, si de nombreuses espèces peuvent être utilisées en trufficulture, mon expérience lors de mes visites chez les trufficulteurs m'a montré que bon nombre d'entre eux utilisent le chêne ou plus souvent encore le noisetier qui entre en production plus rapidement, pour faire leur truffière. Quelques-uns ont planté des charmes, pins, tilleuls, cèdres, bouleaux, hêtres mais ces plantations sont plus des expérimentations personnelles car vu le peu de truffières artificielles associant ces arbres au champignon, les résultats sont difficilement interprétables.

PHOTO 48 : Plantation de cèdres de l'Atlas mycorhizés par la truffe de Bourgogne (Photo : G. CHEVALIER) **(11)**

IV. La récolte de la truffe en milieu naturel : le « Cavage »

Le cavage est le terme employé pour désigner la récolte des différentes espèces de truffes. Le nom de « caveur » est, lui, donné à la personne qui pratique la recherche de ce diamant (en référence au « diamant noir », terme souvent employé pour désigner la truffe noire du Périgord). Le terme de diamant étant sûrement utilisé en raison de la rareté de ce champignon, de la difficulté à le comprendre complètement et de son prix qui peut atteindre des sommes astronomiques.

Toutes les truffes ne se récoltent pas durant la même période. Voilà les différentes saisons durant lesquelles les principales espèces de truffes arrivent à maturité et sont donc récoltables : **(20)**

- *Tuber aestivum* : mai à octobre
- *Tuber uncinatum* : septembre à janvier
- *Tuber mesentericum* : septembre à décembre
- *Tuber macrosporum* : septembre à décembre
- *Tuber magnatum* : septembre à décembre
- *Tuber melanosporum* : décembre à mars
- *Tuber brumale* : décembre à mars
- *Tuber indicum* : décembre à mars

La collecte en milieu naturel (truffières sauvages) est, le cas échéant, réglementée par arrêté préfectoral et la date d'ouverture varie suivant les départements. Cette réglementation ne s'applique pas aux plantations artificielles.

La récolte varie en fonction de la pluviométrie (la sécheresse estivale est souvent responsable de l'absence de truffe).

A la récolte, la truffe est extraite du sol à l'aide d'un outil dont la forme et les dimensions varient d'une région à l'autre, suivant les us et coutumes.

Il n'est pas recommandé de récolter les truffes les jours de forte gelée ou quand le sol est trop enneigé. Il est également déconseillé de procéder à la récolte dans un sol gorgé d'eau, un tassement du sol étant préjudiciable à la truffière.

La recherche de la truffe peut s'apparenter à un art, tant la variété des techniques est grande :

4.1 Cavage au chien **(11)**

Le cavage au chien n'est sans doute pas la technique la plus ancestrale (celle-ci étant le cavage au cochon) utilisée pour la recherche des truffes mais c'est sans aucun doute la plus commune et le rapport homme-chien est sans équivalent par rapport au cochon. Ne dit-on pas que le chien est le meilleur ami de l'homme ? Cette complicité en fait une arme indispensable à la bonne réussite de cette technique.

4.1.1 Les espèces canines **(36)**

Selon les professionnels de la truffe, toutes les espèces canines seraient susceptibles de pouvoir, de par leur odorat, trouver les truffes. Cependant certaines espèces sont à déconseiller, c'est ainsi que les espèces destinées à être utilisées pour la chasse devront être évitées ; ces espèces pouvant être amenées à se dérouter à la vue ou l'odeur d'un gibier éventuel, l'instinct primaire reprenant le dessus à ce moment.

En revanche, si toutes les espèces canines sont capables de trouver des truffes, seule une minorité de races inscrites au Livre d'Origine Française (L.O.F.), peut voir ses résultats homologués lors des concours de cavage organisés (discipline présente essentiellement dans le Périgord). Ces races sont les suivantes : Berger Allemand, Berger de Beauce, Berger des Pyrénées, Berger Belge (3 classes), Berger d'Ecosse, Border Collie, Doberman, Rottweiler, Fox Terrier, Teckel, Beagle, Epagneul Breton, Epagneul Français, Caniche, Spitz, Whippet.

On peut répertorier les chiens dans deux catégories, ceux pratiquant la recherche des truffes « nez au vent » (type Epagneul breton) et ceux pratiquant la recherche des truffes « nez au sol » (type Teckel).

Pour la prospection des grandes superficies, le premier type serait préférable. Tout au contraire, sur une surface plus limitée, le second serait semble-t-il plus efficace.

Certains experts pensent qu'un air humide serait plus propice à la propagation des odeurs. De même, certaines heures de la journée (celles précédant la tombée de la nuit) seraient plus favorables, si le chien n'est pas trop fatigué.

Ceci étant, il reste un problème majeur : le chien ne naît pas truffier, il le devient grâce au dressage.

4.1.2 Dressage et cavage

Cette partie se constitue de propos recueillis auprès de trufficulteurs et d'un dresseur de la région, d'après leurs propres expériences.**(20)**

Le dressage n'est pas quelque chose de conventionné et de rigide, il y a autant de manières de dresser son chien que de caveurs. Il faut juste en connaître les grandes lignes.

Les principes de base sont étroitement liés aux concepts du jeu et de la récompense. C'est un travail qui requiert beaucoup de patience et de psychologie de la part du caveur, celui-ci ne doit jamais oublier que l'amitié envers son animal est le principal gage de réussite du dressage.

L'animal et l'homme n'ont pas le même langage. Quand le maître conçoit le mot « travail », le chien pense au « jeu » et quand le caveur pense à la « truffe », le chien aspire à « récompenses, flatteries et caresses ». Ceci est primordial et doit être mis en valeur lors des phases d'entraînement pour permettre une progression rapide.

Certains dresseurs préconisent pour les jeunes chiots d'enduire de beurre truffé les mamelles de la mère jusqu'au sevrage pour qu'ils s'habituent à l'odeur. Ensuite dès que le

chien est capable de jouer, le dressage s'effectue avec un objet imbibé de l'odeur de la truffe ou une truffe qui lui sera offerte pour se divertir, afin de le stimuler d'avantage.

Par la suite, il faut inciter le chien à rechercher une truffe ou objet imprégné de l'odeur en le récompensant à chaque fois qu'il le trouvera d'abord sans l'enterrer puis en l'enterrant. Il existe maintenant un produit à base d'arômes de truffes appelé « Canitruffe ».

Le dressage a pour objectif que le chien n'aille chercher le champignon qu'après ordre de son maître à l'aide d'un mot clé : « truffe » par exemple. En dehors de ce mot, le chien devra se désintéresser totalement du champignon.

Le choix de la récompense est très important, il doit tenir compte du flair du chien, c'est pourquoi le sel, les fromages forts, la cochonnaille sont à proscrire. Il semblerait plus raisonnable d'utiliser le gruyère, la mimolette, les biscuits, le chocolat, le sucre sans trop en abuser ce qui pourrait être néfaste à la santé de l'animal.

Les chiens seraient plus faciles à dresser s'ils descendent d'une lignée de chiens truffiers. Le dressage doit commencer assez jeune, à 6 mois environ. On préfèrera les animaux tranquilles, qui se laisseront moins distraire, à ceux plus vifs.

Il faut s'assurer dès le début que les chiens s'intéressent au goût de la truffe, sinon tout effort risque d'être vain. Il faut éviter de les forcer au début du conditionnement et augmenter le temps de dressage progressivement jusqu'à les professionnaliser. Ils doivent être dressés à toujours rester dans le champ visuel de leur maître. Les chiens n'indiquent en principe que les truffes mûres, mais si on reste trop longtemps, ils se mettent à trouver les truffes moins mûres. On ne doit pas leur reprocher de passer à côté du champignon sans l'avoir vu (le sens du vent peut faire qu'ils n'en perçoivent pas l'odeur). Ils ne doivent en aucun cas être frappés afin d'éviter que la recherche ne devienne une corvée, ce qui conduirait à un mauvais travail.

Lors de la recherche, selon un caveur, il ne faudrait pas que l'animal fasse une sortie sans rien trouver ; c'est pourquoi, son maître prend toujours soin d'apporter avec lui un objet imprégné de l'odeur d'une truffe ou une truffe, qu'il cachera les jours de disette de façon à ce que le chien trouve quelque chose et soit ainsi récompensé, ce qui lui donnera envie de continuer à chercher.

Il ne faut toutefois jamais oublier que le chien fait cela pour son maître et que sans cette complicité entre l'homme et son animal, toute recherche serait impossible. Lors d'une de mes lectures, l'auteur racontait une expérience personnelle ; il avait entendu une personne désirant chercher les truffes dire de son chien : « il était cassé, on a dû le donner à un chasseur », ce qui signifiait que son animal avait retrouvé son instinct primaire de chasseur, au détriment de la recherche de la truffe. Il ne faut pas confondre le chien avec un outil que l'on jette quand il est abîmé, c'est un être vivant avec des comportements pas toujours compréhensibles. Le fait que le caveur abandonne aussi rapidement son chien à un chasseur démontre bien la chose essentielle : l'amour entre le chien et son maître, ce qui apparemment n'était pas le cas ici.

Mon expérience du terrain auprès des trufficulteurs montre cependant que bon nombre d'entre eux ont des techniques bien à eux qu'ils ne souhaitent pas dévoiler à une personne en qui ils n'ont pas confiance ou qu'ils ne connaissent pas, mais il y a fort à penser que ces techniques secrètes reposent toujours sur le thème du « jeu ». On peut également faire dresser son animal chez des personnes spécialisées, mais personnellement, je n'approuve pas cette technique : le fait de dresser son animal soi-même resserre les liens entre l'homme et le chien et je pense qu'ensuite il aura d'autant plus envie de faire plaisir à son maître lors des balades pour rechercher le champignon.

PHOTOS 49 A 53

4.2 Cavage au cochon **(11) (28)**

La recherche à l'aide d'un cochon est toujours restée l'apanage des régions trufficoles de la Provence et du Quercy-Périgord. C'est la technique originelle de recherche de la truffe.

Le porc est sans aucun doute d'une efficacité supérieure au chien mais il est encombrant et très difficile à emporter.

Le second problème posé par le porc est qu'il faut toujours être deux lors du cavage, une personne devant continuellement tenir l'animal. Le porc étant un animal glouton et vorace, il s'empresse de déterrer les truffes aussitôt reniflées pour les manger, contrairement au chien qui creuse pour faire plaisir à son maître. C'est ainsi que, ne pouvant

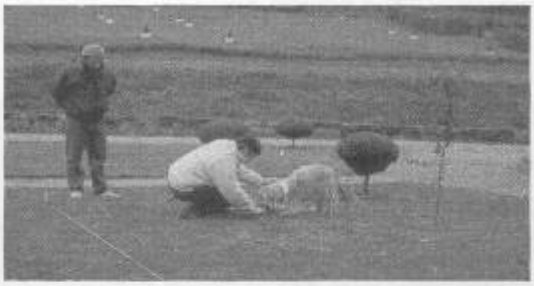


PHOTO 49 : Concours de chiens truffiers (Photo : G. CHEVALIER) **(11)**

PHOTO 50 : Concours de chiens truffiers (Photo : J.-C. SAVIGNAC) **(11)**

PHOTO 51 : Séance de dressage (Photo personnelle)

PHOTO 52 : Recherche des truffes dans une vigne complantée de chênes à St Vincent Rive d'Olt (46) (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 53 : Les deux labradors Darius et Indi, ont posé avec leur maître, Pierre SOURZAT , ravi de montrer une truffe « *Tuber melanosporum* » (Photo : J.-P. BEGGIATO) **(27)**

lâcher l'animal, il faut une seconde personne pour déterrer la truffe avant que le porc ne l'ait mangée.

Bien que les aptitudes du porc à caver soient innées, il est tout de même nécessaire de procéder à un dressage.

La truie serait plus appréciée que le verrat de par son flair plus subtil et sa docilité.

La récolte au porc se pratique encore dans quelques régions trufficoles du Sud de la France, mais elle tend à disparaître au profit de la récolte au chien.

PHOTOS 54 ET 55

4.3 Recherche de certains coléoptères **(6) (11)**

De petits coléoptères brun-rouge, d'un demi-centimètre environ de longueur, dénommés *Liodes cinnamomea*, cherchent les truffes pour s'en nourrir, de quelque espèce que ce soit. Leur présence dans le sol indique avec certitude la proximité d'une truffe. On les trouve habituellement à l'intérieur des corps fructifères qu'ils quittent quand on les place dans un sac ou dans une boîte.

Bien que possédant des ailes, ils ne s'enfuient jamais en volant.

Cette technique tient plus du « folklore » que d'autres choses, cependant on peut dire que ces coléoptères jouent tout de même un rôle important dans la dissémination des spores de truffes, comme peuvent le faire également certains petits rongeurs.

PHOTO 56

4.4 Technique dite de « la marque » **(11) (28)**

La recherche à la marque est une technique qui n'est pas donnée à tous les caveurs et notamment aux débutants. Elle demande une bonne connaissance de la truffe et un grand sens de l'observation.

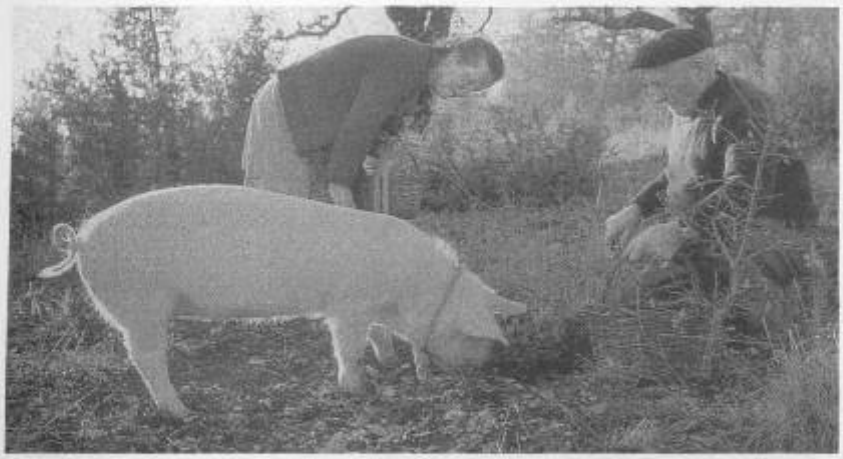


PHOTO 54 : Recherche des truffes avec un jeune porc à Lalbenque (46)

(Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 55 : Démonstration de recherche de truffes avec six porcs dans les Alpes de Haute Provence au début du siècle dernier **(27)**

PHOTO 56 : Le Liodes (*Liodes cinnamomea*) en train de sortir du trou qu'il a creusé à l'intérieur d'une truffe (Photo : P. SOURZAT) **(11)**

Elle est couramment pratiquée à la fin de l'été et au début de l'automne par les « rabassiers » qui localisent les « truffes fleurs ».

Les truffes soulèvent la terre en formant des protubérances pouvant atteindre une dizaine de centimètres de diamètre et 2 à 3 centimètres de hauteur.

On observe plus facilement ce phénomène quelques jours après le passage d'une pluie orageuse. Il ne faut pas confondre les craquelures (« marques ») avec les fentes provoquées par la sécheresse.

Les truffes peuvent être mises à nu par des pluies abondantes au niveau de leur sommet.

Malheureusement, les truffes ramassées le sont souvent trop précocement, alors qu'elles n'ont pas atteint leur maturité. Elles sont encore peu colorées et manquent de parfum.

Ainsi pour attendre la maturité des truffes, certains caveurs marquent l'emplacement avec un grain d'orge, qui, en germant, permettra de les localiser plus tard une fois la maturité de la truffe atteinte.

La recherche à la marque peut également avoir quelques variantes, ainsi on a signalé une personne qui tâte le sol avec ses mains et qui est capable de sentir les truffes en enfonçant un couteau dans le sol (ceci, au risque d'endommager les corps fructifères), une autre personne signalée dans la Meuse serait capable de localiser les truffes avec la plante des pieds ou ses mains.

La recherche à la marque doit être effectuée à des intervalles peu rapprochés pour éviter un tassement du sol défavorable au développement des truffes.

Une truffe localisée devra être retirée avec un crochet en fer droit pour éviter d'endommager la truffière.

Il faut éviter de creuser trop profondément, un grattage superficiel est quant à lui bénéfique au champignon car il aère le sol.

Lors de la localisation d'une truffe pourrie, il faut la laisser dans le sol, elle servira à le réensemencer. Les truffes immatures ne doivent pas être déterrées non plus.

Si toutes ces conditions sont respectées, il est possible de repérer des truffes tous les ans au même endroit sans diminution de la production, sous réserve, bien sûr, de conditions climatiques favorables.

4.5 Technique à « la mouche » **(11)**

C'est la dernière technique que je vais présenter, la suivante n'étant pas recommandée et ne pouvant se rattacher à du cavage.

Bien que très sûre, elle est très difficile et demande un sens de l'observation très aiguisé.

Elle demande une excellente acuité visuelle. Il faut se déplacer lentement face au soleil, pour ne pas déranger l'insecte. Pour mieux localiser l'endroit, les caveurs utilisent une petite baguette de bois promenée de gauche à droite le long du sol.

Les mouches en question sont *Suilla fuscicornis et Suilla gigantea*, appelées vulgairement « mouches à truffe ». Le corps de ces mouches est de couleur feuille morte, de forme allongée d'une longueur d'un centimètre environ. Ses ailes sont longues et diaphanes. Ces mouches sont calmes, peu farouches, leur vol est lent, silencieux et plutôt lourd.

La mouche va se poser au-dessus des corps fructifères, pas forcément mûrs. Elle pond ses œufs à même le sol, parfois sur le péridium. Les larves, une fois écloses, vont se diriger vers la truffe pour s'en nourrir.

Ce sont des insectes déprédateurs, particulièrement nuisibles, quand les truffes ne sont pas récoltées de manière régulière.

Un caveur champenois m'a fait part d'une hypothèse quant à la manière des mouches pour trouver la truffe.

Voilà, en quelques lignes, un résumé de ses propos :

« Deux mouches vont s'accoupler. Il va y avoir fécondation. Les œufs restent à l'intérieur de la mouche à l'état embryonnaire. Pour se développer à l'état larvaire, la mouche

doit se nourrir de la truffe, donc, l'insecte va voler à sa recherche. Durant cette période, le développement embryonnaire s'arrête. Dès la découverte de la truffe, un supposé déclenchement hormonal accélère le développement des œufs. Par ce fait, la mouche est moins fatiguée par son poids lors de la recherche du champignon. Pendant ce temps où l'œuf se développe à l'intérieur de l'insecte, ce qui peut durer plusieurs heures, l'insecte ne doit pas perdre l'endroit où se trouve la truffe. C'est pourquoi, elle monte et elle descend. Quand les œufs sont suffisamment matures, elle se pose au-dessus du champignon et pond. Les œufs éclos donnent des larves qui vont descendre dans la terre, jusqu'à la truffe, pour s'en nourrir. »

Ce phénomène est plus facile à observer par un temps ensoleillé donc plus en hiver qu'en automne où les feuilles des arbres rendent les forêts sombres. C'est pourquoi dans nos régions, où les caveurs exercent leur activité en automne, lorsque les truffes locales arrivent à maturité, la pratique sus-décrite est plus difficile à réaliser. Dans nos régions, on trouve préférentiellement *T. uncinatum* et plus rarement *T. melanosporum*, or cette dernière se récolte de décembre à mars alors que la truffe de Bourgogne se récolte de septembre à janvier.

PHOTO 57

4.6 La méthode interdite : le piochage **(11)**

Cette technique ne peut être considérée comme du cavage, c'est tout simplement du braconnage. Elle est l'œuvre de personnes peu scrupuleuses plus intéressées par l'argent que par la magie entourant la recherche de ce champignon.

Ces personnes, qui plus est, n'ont aucun respect pour la nature puisque cette technique est une des causes de la régression des truffières spontanées des régions calcaires, les autres causes étant la suppression des arbres, l'arrachage des haies et la remise en culture de terres abandonnées.

Le premier effet du piochage est le désordre du système racinaire de l'arbre par la destruction de racines porteuses de mycorhizes entraînant la destruction d'une partie de la truffière voire même de la truffière entière. Suite au piochage, la destruction totale de la truffière n'apparaît généralement qu'après plusieurs années.

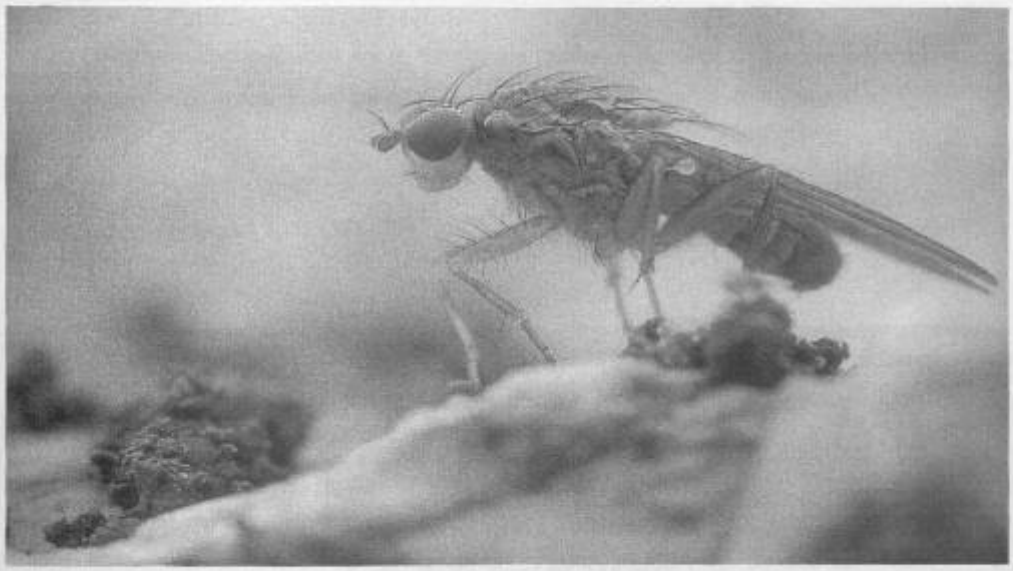


PHOTO 57 : La mouche à truffe (*Suilla gigantea*) (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

Le deuxième est que la récolte par piochage ne tient pas compte du degré de maturité de la truffe ce qui entraîne, dans un premier temps, une mauvaise qualité des truffes récoltées et, dans un second temps, l'impossibilité de restaurer le potentiel d'inoculum du sol, assuré en temps normal par la dégradation de truffes mûres non récoltées.

Un autre désagrément est que des conditions climatiques défavorables après une telle récolte peuvent provoquer la destruction totale des mycorhizes.

Le dernier inconvénient est la facilité de repérage de la truffière par des ramasseurs, chasseurs ou autres promeneurs qui n'ont aucune idée de la fragilité de la truffière.

4.7 Arrêtés préfectoraux **(31) (32) (33)**

Des arrêtés préfectoraux régissent la récolte de la truffe. Cette réglementation n'est pas en vigueur dans tous les départements. Dans notre région, on ne la retrouve qu'en Meuse, Haute-Marne ou dans les Vosges dans des termes sensiblement identiques.

Arrêté Préfectoral 95-265 **(31)**

Article 1 :

La récolte des truffes (*Tuber melanosporum* Vitt., *Tuber brumale* Vitt., *Tuber uncinatum* Chat., *Tuber mesentericum* Vitt.) est interdite du 1er avril au 14 septembre inclus.

Durant la période de récolte autorisée, les spécimens des différentes espèces ne peuvent être ramassés que s'ils présentent les caractéristiques de maturité du genre *Tuber* : aspect, couleur, parfum.

Le colportage, la mise en vente et l'achat des truffes à l'état frais sont interdits en dehors de la période de récolte autorisée.

Article 2 :

Lorsque, en année exceptionnelle, l'époque exacte de maturité des truffes ne concorde pas avec la période générale fixée à l'article 1, cette dernière pourra être modifiée temporairement, pour une saison de récolte, par arrêté préfectoral.

Article 3 :

Le piochage est interdit pour toutes espèces de truffes.

La seule méthode autorisée pour la recherche et la récolte des truffes est la suivante : recherche au chien ou au porc.

Le seul outil de récolte permis est un extracteur à truffes à fer droit manœuvrable d'une seule main.

Les trous occasionnés par l'extraction des truffes devront être soigneusement rebouchés.

Article 4 :

Cette réglementation est applicable sur l'ensemble des terrains naturels du département, qu'ils soient entièrement boisés ou non, soumis au régime forestier ou non.

Elle ne s'applique pas aux récoltes de truffes de culture. La preuve de l'origine de ces truffes devra, le cas échéant, être fournie par l'intéressé.

La récolte des truffes sur des terrains soumis au régime forestier (forêts domaniales, forêts de collectivités publiques ou d'établissements publics et autres forêts énumérées à l'article L111.1 du code forestier), devra faire l'objet d'une demande d'autorisation préalable auprès du Service Départemental de l'Office National des Forêts.

Le respect de toutes les dispositions précisées ci-dessus ne dispense pas les collecteurs de truffes d'obtenir au préalable l'autorisation du propriétaire du terrain sur lequel s'effectue la récolte.

Article 5 :

Les actions commises en infraction aux présentes dispositions seront poursuivies conformément à la réglementation en vigueur et punies des amendes prévues à l'article L 215-1 du code rural ainsi qu'à l'article R 331.2 du code forestier en ce qui concerne les forêts soumises au régime forestier.

Article 6 :

L'arrêté préfectoral du 12 décembre 1989 susvisé est abrogé.

Article 7 :

Le Secrétaire Général de la Préfecture, les Sous-Préfets, les Maires, le Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt, le chef du Service Départemental de l'Office National des Forêts, le Président de la Chambre d'Agriculture de la Meuse, le Président de la Fédération de la Meuse pour la pêche et la protection du milieu aquatique, le Président de la Fédération Départementale des Chasseurs de la Meuse, le Président de l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine, le Lieutenant Colonel commandant le Groupement de Gendarmerie de la Meuse, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au recueil des actes administratifs de la Préfecture et affiché dans chacune des communes par les soins des maires.

V. *Trufficulture*

Il existe peu de livres relatant de la trufficulture à *Tuber uncinatum*. Je n'en ai trouvé qu'un seul, La Truffe de Bourgogne **(11)** que les trufficulteurs régionaux considèrent comme la bible en manière de trufficulture. C'est pourquoi, je ne citerai ce livre qu'à cet endroit. Quand des indications m'auront été apportées en complément de ce livre, je le signalerai. En fin de nombreux paragraphes seront rapportées des remarques basées sur l'expérience des trufficulteurs. Ces propos m'ont, soit été rapportés directement au cours d'une rencontre, soit obtenus à partir du questionnaire (**Annexe 3**) que j'ai fait circuler dans la région par l'intermédiaire des présidents des deux associations suivantes, l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine (A.M.P.P.T.L.) et l'Association Marnaise des Producteurs de Truffes.

5.1 Historique

5.1.1 Général **(16) (27)**

Si la truffe est un champignon dont la récolte remonte « à la nuit des temps », ce n'est qu'une fois son mode de vie compris, que l'espoir de la cultiver fut réel, ceci malgré la description bien antérieure de sa méthode de culture. En effet, on ne peut réellement parler de culture que lorsqu'elle peut être réalisée à volonté selon des pratiques culturales reproductibles. Or, pendant de nombreuses années, la culture de la truffe se référait à des méthodes purement traditionnelles (culture de jeunes plants, soit issues de glands provenant de chênes truffiers, soit directement transplantés d'un brûlé dans un terrain « favorable »).

C'est en 1803 et à Joseph Talon, agriculteur à Croagnes, hameau dépendant de St-Saturnin-les-Apt dans le département du Vaucluse, que l'on doit la première création d'une truffière artificielle par une méthode empirique consistant à semer des glands prétendus « truffiers » en terrain caillouteux calcaire. Ce fut les premiers pas vers la culture indirecte. En effet, les spores sont présentes dans de très nombreux terrains calcaires sous certaines conditions climatiques. Cette méthode donna des résultats intéressants par germination des spores présentes et par invasion du jeune système racinaire des plants germant sur place ou provenant d'une pépinière.

La connaissance du champignon progressa énormément entre 1860 et 1900 avec les observations et les travaux de Chatin. La crise phylloxérique de 1868-1890 favorisa le développement de la truffe dans les vignobles en voie de disparition. C'est à cette époque que la trufficulture française atteignit son apogée avec toute une série de traditions favorables à la production trufficole. Ainsi les arbres subirent une taille involontaire car les branches basses furent coupées pour le chauffage mais bénéfique pour le bon développement du champignon. De la même façon, le bois mort ramassé maintint le sol propre.

Ces techniques ont petit à petit disparu à la suite des guerres pendant lesquelles, l'entretien des truffières fut délaissé au profit des cultures de productions vivrières. La plupart des truffières furent abandonnées et sont devenues rapidement improductives car le milieu s'est fermé par excès de feuillage et développement du taillis. L'exode rural favorisa également un nouveau déclin. Il faut ajouter à cela, les attaques de chenilles défoliatrices (*Bombyx disparate*) durant la première guerre mondiale et dans les années 1930, qui affaiblirent considérablement le potentiel truffier. Mais c'est le passage rapide d'une agriculture vivrière à une agriculture productiviste qui fit le plus de tort à la trufficulture. La production de truffes non garantie, dépendante des conditions climatiques variant d'une année à l'autre, n'a pas incité les agriculteurs à se lancer dans ce genre de culture.

Au vu de cette situation, l'Etat se mobilisa dans les années 1960, en favorisant la plantation de truffières et en incitant la recherche. En 1966, naquit la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (F.N.P.T.). En 1967, l'I.N.R.A. réalisa la mycorhization d'une essence truffière en conditions contrôlées. En 1970, le Fonds d'Orientation et de Régularisation des Marchés Agricoles commença à subventionner les plantations truffières. En 1971, le premier Congrès International de la Trufficulture fut organisé à SOUILLAC et en 1973, les premiers plants mycorhizés I.N.R.A.-A.N.V.A.R. (Institut National de la Recherche Agronomique – Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) furent distribués sur le marché par la société Agri-Truffe. Ainsi en 1977, furent récoltées les premières truffes sous des plants certifiés I.N.R.A.-A.N.V.A.R..

Depuis, la recherche a énormément évolué grâce notamment à des Italiens et Français.

5.1.2 Dans la région Lorraine, Champagne-Ardenne **(1) (4) (18) (19)**

Dans notre région, les premières expérimentations ont eu lieu en 1974, à Boncourt (55) avec la plantation de deux truffières pour une surface totale de deux hectares.

Ces truffières ont été plantées en faisant référence aux recherches réalisées depuis une dizaine d'années dans le Périgord et avec les enseignements des premières plantations, dans les années 1972-1973.

Les plants utilisés ont été préparés selon le procédé de mycorhization mis au point par l'I.N.R.A. (brevet I.N.R.A./A.N.V.A.R.).

La truffière d'un des deux trufficulteurs a été plantée essentiellement avec des plants mycorhizés par *Tuber melanosporum*, l'autre avec des plants mycorhizés par *Tuber melanosporum* (en majorité), *Tuber uncinatum* et *Tuber mesentericum* mais ces deux derniers ont donné de bien meilleurs résultats. Les essences associées sont essentiellement des chênes et des noisetiers.

Depuis, de nombreuses truffières ont fleuri dans toute la région, en s'aidant progressivement des connaissances nouvelles mais également en tenant compte des expérimentations et en ne reproduisant pas les erreurs du passé.

5.2 Le projet

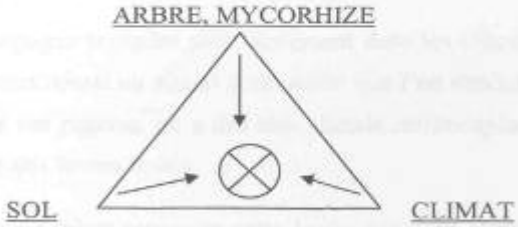
En Lorraine, Champagne-Ardenne, la culture de la truffe se résume à la culture d'une seule espèce, la truffe de Bourgogne, *tuber uncinatum* Chat..

De nombreuses expériences, peu concluantes, ont été tentées pour essayer de cultiver *T. melanosporum*. Ceci est sûrement dû à un climat plus défavorable dans nos régions du fait du développement de cette truffe en hiver, période de fortes gelées, facteur très limitant. Cependant, la composition des terrains pourrait permettre d'héberger le champignon en cas de conditions climatiques favorables.

D'autres expériences plus personnelles ont été tentées avec *T. mesentericum* bien qu'aucun plant mycorhizé avec cette truffe ne soit agréé par l'I.N.R.A. et commercialisé par les pépiniéristes. Cependant, certaines personnes soucieuses de développer cette truffe ont essayé de mycorhizer des plants avec cette espèce et ces trufficulteurs sembleraient avoir réussi à la récolter, grâce au climat, au sol favorable, au bon développement de *T. mesentericum*, que l'on retrouve en très grande quantité en Meuse principalement.

Pourquoi ces plants ne sont pas certifiés par l'I.N.R.A. ? Il est vrai que cette truffe ne bénéficie pas encore d'une cote exceptionnelle du fait d'un possible lobbying des partisans des 2 autres espèces certifiées, *T. uncinatum* (truffe de Bourgogne) et *T. melanosporum* (truffe du Périgord).

Selon Pierre SOURZAT, technicien truffe, la réussite de la production future d'une truffière doit être la réunion de plusieurs paramètres importants :



Les paramètres retenus dans le sol sont : calcaire, matière organique, aération, drainage, bonne activité biologique. Dans le Climat, entrent les paramètres suivants : absence de sécheresse, pluie suffisante, température (pas de gelée en profondeur). Quant à l'arbre, il faut le choisir capable de former des mycorhizes avec la truffe que l'on souhaite récolter.

Je vais étudier au fur et à mesure ces différents paramètres.

5.2.1 Choix du terrain

5.2.1.1 Situation géographique

Généralement, on choisit le lieu d'implantation de la truffière aux endroits où l'on sait que l'espèce cultivée pousse naturellement, ceci augmente la probabilité de réussite. Cela certifie que le terrain possède une composition chimique favorable au bon développement du champignon.

De plus, un terrain où l'on a déjà retrouvé des truffes signifie que l'on a un inoculum présent dans le sol et cela aide à une bonne réussite en cas de culture de plants mycorhizés.

5.2.1.2 Climat

La truffe de Bourgogne prospère plus facilement dans les climats où les saisons sont marquées (climat semi-continental ou climat continental que l'on retrouve dans les régions de l'est de la France). Dans ces régions, on a des étés chauds entrecoupés d'épisodes pluvieux, des automnes humides et des hivers froids.

On peut également espérer retrouver cette truffe dans des climats océaniques où les températures douces et les pluies régulières sont favorables au développement du mycélium et des corps fructifères.

5.2.1.2.1 Température

La truffe de Bourgogne s'accommode fort bien d'un régime de température assez constant, mais, du fait de son développement en surface, elle supporte assez mal les fortes amplitudes thermiques prolongées.

Le champignon n'aime pas les fortes chaleurs d'été, qui s'accompagnent généralement d'un déficit hydrique.

Le froid, lui, est également néfaste, surtout si les basses températures sont intenses et durables, car les corps fructifères de *Tuber uncinatum* sont gélifs. En revanche, un froid modéré favorise la maturation, comme c'est le cas chez toutes les truffes.

5.2.1.2.2 Pluviométrie **(8)**

Tuber uncinatum a des exigences strictes, en ce qui concerne la distribution et l'intensité des pluies, en fonction de la température. Généralement, les bonnes années à truffes sont celles de fortes pluviométries en été, notamment en juin, mais surtout en juillet ou en août. Même si cela ne constitue pas une certitude absolue de succès, il faut en général 90 à 100 mm de pluie ces mois-là pour avoir une bonne récolte.

Une pluviosité modérée durant les mois d'avril, mai, septembre est également un critère favorable. En revanche, les pluies d'arrière saison apparaissent néfastes.

Pour conclure, une bonne pluviométrie est souvent synonyme de succès. Si des années sèches peuvent parfois surprendre en matière de récolte, il est plutôt rare de voir une année humide donner de très mauvais résultats. C'est pourquoi, en cas de déficit hydrique, une irrigation du terrain devrait être effectuée. Cette irrigation est rarement effectuée chez les trufficulteurs de notre région où l'eau manque rarement, surtout ces dernières années.

5.2.1.2.3 Humidité

La truffe de Bourgogne aime se développer sous la mousse, dans les endroits où règne une humidité relativement importante, à condition qu'elle ne soit pas trop prolongée et que le ressuyage du sol soit rapide.

Son habitat favori se situe dans les fonds de combes, les bas de vallons et les grandes forêts.

5.2.1.2.4 Insolation

La truffe de Bourgogne n'est pas très exigeante en lumière, contrairement à la truffe du Périgord, mais elle évite, cependant, les versants à zone d'ombre trop prononcée. On la trouve parfois à des endroits relativement ensoleillés (les plus précocement récoltées), mais le plus souvent, elle se développe aux emplacements qui ne sont pas exposés aux rayons directs et desséchants du soleil. Elle se retire généralement dans des places mi-ombragées.

5.2.1.2.5 Conclusion **(8) (9)**

En résumé, les deux facteurs importants, qui conditionnent la croissance, le maintien et la maturation de la truffe de Bourgogne sont par ordre d'importance, une pluviométrie relativement conséquente, mais bien répartie pendant les mois d'été et à un degré moindre, une insolation modérée, ni excessive, ni prolongée.

Pour essayer de mieux comprendre le pourquoi d'une bonne ou d'une mauvaise année, des climatogrammes ont été réalisés, groupant sur un même graphique, courbe de température et courbe de pluviométrie. C'est ainsi que l'on a pu montrer l'importance de la pluviométrie estivale. Une autre conclusion m'a été apportée par un trufficulteur : « une bonne année est une année où la courbe des températures et celle de la pluviométrie ne se croisent pas durant la période estivale. »

FIGURES 23 ET 24

Dans un climatogramme, la graduation 20°C sur l'axe des températures se trouve en face de la graduation 40 mm sur l'axe des précipitations. On dit que l'on se trouve dans une zone de sécheresse lorsque le point correspondant à la précipitation mensuelle se situe en dessous du point correspondant à la température mensuelle. Quand cette sécheresse est

leau 7

Pluviométrie (en mm)	Année					
	1975	1976	1977	1985	1986	1987
J	52	26	57	35	80	16
F	12	45	113	23	51	46
M	62	13	56	54	61	43
A	49	34	47	58	92	14
M	76	21	83	126	112	65
J	24	8	81	60	54	139
J	60	53	113	17	12	110
A	32	4	135	50	134	61
S	83	84	6	9	74	32
O	46	77	54	2	62	125
N	82	57	74	58	39	62
D	29	58	54	69	73	36
Estivale JJAS	199	149	335	136	274	342
Annuelle	607	480	873	561	844	749
Insolation (en heures)	1801	2047	1586	1940	1890	1580
Températures moyennes annuelles (en degrés C)	10,8	11,4	11,0	9,9	10,4	10,4
Récolte (en Kg)	13	3	35	1	10	25

FIGURE 23 : Corrélation entre les conditions climatiques et la production de truffes de Bourgogne dans une région donnée **(11)**

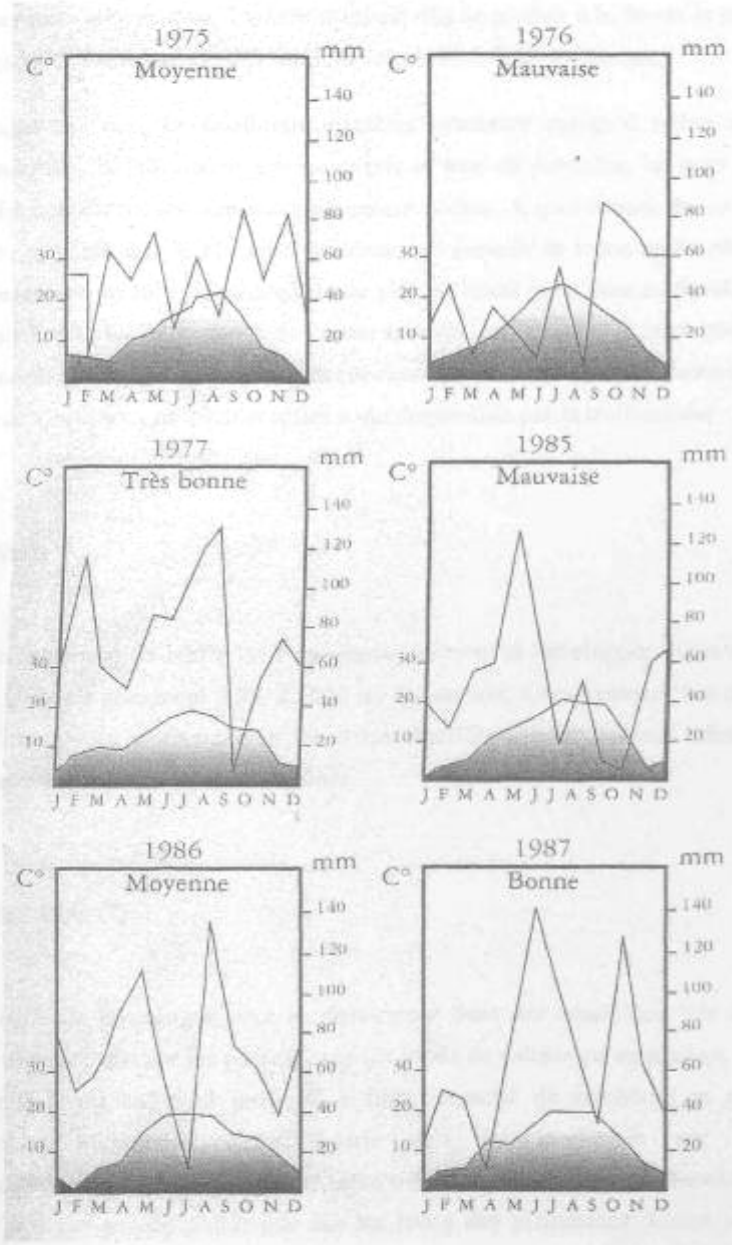


FIGURE 24 : Climatogrammes correspondant au tableau (FIGURE 22) **(11)**

importante et se produit sur plusieurs mois pendant la période estivale, on a généralement une année de production mauvaise. Toutefois, quand elle se produit à la fin de la période estivale (septembre), cette incidence est très minime voire nulle sur la production.

Malgré tout ceci, de nombreux mystères subsistent puisqu'il arrive que durant des années pluvieuses, la production soit mauvaise et tout au contraire, on peut avoir une très bonne production durant des années relativement sèches. A quoi sont dues ces variations ? Il est peut-être possible que la plantation subisse une période de repos après plusieurs bonnes années, l'inoculum du sol n'étant sans doute plus suffisant pour faire se développer assez de truffes. Mais il est plus raisonnable de penser que ces années de trop forte insolation, soient, néfastes pour le champignon. Ce sont des conclusions qui sont issues des activités menées sur la truffière de Chaumont en 2000 et mises à ma disposition par le trufficulteur.

5.2.1.3 Altitude

Théoriquement, la truffe de Bourgogne pourrait se développer du niveau de la mer jusqu'à des altitudes atteignant 1000 à 1200 m. Cependant, à ces hauteurs, les chances d'avoir une récolte fructueuse s'amenuisent, les corps fructifères étant souvent détruits avant leur arrivée à maturité par les nombreuses gelées.

5.2.1.4 Topographie **(2)**

La truffe de Bourgogne peut se développer dans des conditions très diverses, aussi bien sur les plateaux que sur les pentes, dans les fonds de vallées qu'en plaines. Cependant les bas de pentes à sol colluvial profond, à forte capacité de rétention en eau, sont plus particulièrement favorables. Cette théorie m'a été confirmée par des résultats d'expérimentations effectuées en Haute-Marne ou en Meuse où elles ont montré de meilleurs résultats en bas des pentes plutôt que sur les hauts des plantations. L'eau s'écoulant, elle s'accumule plus dans les sols des bas de pentes et en cas de sécheresse, les plants peuvent s'alimenter dans ce sol plus hydraté.

Cependant, la pente ne doit pas être trop abrupte pour permettre un travail mécanique du sol, éviter l'érosion et limiter la dessiccation. De plus, il faut également éviter les fonds de vallées inondables car si un déficit en eau est néfaste, un surplus l'est également.

L'orientation de la truffière peut également avoir un rôle. Les expositions sud sont à bannir autant que possible au profit d'expositions nord pour éviter les désagréments d'une sécheresse estivale.

5.2.1.5 Sols **(7) (14) (26) (29) (30)**

C'est l'un des problèmes les plus importants à observer lors de l'implantation d'une truffière à *Tuber uncinatum*.

5.2.1.5.1 Les roches mères

Dans notre région, la truffe de Bourgogne se développe sur des terrains sédimentaires datant du Jurassique (supérieur sur les côtes de Meuse (Argovien, Rauracien, Séquanien), moyen sur les côtes de Moselle (Jajocien, Bathonien)) ainsi que du Crétacé et à un degré moindre du Trias.

La roche mère est principalement constituée de marnes, calcaires marneux, calcaires oolithiques, calcaires lithographiques, calcaires à entroques.

5.2.1.5.2 Types de sol

Les sols des truffières présentent des profils de type rendzine, rendzine brunifiée et sol brun calcaire.

Elles sont situées fréquemment sur des sols anciennement cultivés, puis abandonnés par l'agriculture, soit au moment de la crise du *phylloxéra* (pour les vignobles), soit après la

première guerre mondiale (surtout valable dans la Meuse). Ce sont alors des sols bruns calcaires qui dominent, originaires de sols bruns calciques ou de rendzines brunifiées, recarbonatés par la culture. La mise en culture a eu également pour conséquence d'entraîner une baisse sensible des réserves en matières organiques.

Les rendzines brunifiées sont caractérisées par un mull calcaire noir épais et par un horizon d'altération entre l'horizon A1 (horizon superficiel) ou Ap (horizon A perturbé par un labour) et la roche mère.

Les rendzines au sens strict sont caractérisées par un horizon A1 très épais reposant directement sur la roche mère.

Mais il existe également des truffières originelles qui se sont développées sur des sols n'ayant jamais été cultivés, le plus souvent dans les peuplements de chênes et de hêtres associés aux charmes, aux noisetiers et traités en taillis sous futaie et dans les plantations de pins noirs d'Autriche. Les sols sont de type rendzine brunifiée.

5.2.1.5.3 Texture

La texture des sols est relativement variable, limono-argileuse (très répandue), argilo-limoneuse (assez répandue), limoneuse, limono-sableuse et à la limite de la texture argileuse.

Ces 3 dernières textures sont plus rarement retrouvées dans les truffières naturelles de notre région.

Ces textures lourdes permettent à l'association symbiotique de s'alimenter convenablement en eau.

On notera la rareté de la texture limoneuse et la quasi-absence de la texture sableuse. Ceci étant sans doute la conséquence des besoins hydriques du champignon, dont la granulométrie de ces textures ne favorise pas la formation de réserves.

5.2.1.5.4 Réserve en eau utile

Les truffières étudiées dans notre région sont caractérisées par une très forte réserve en eau utile, du fait de leur position topographique de bas de pentes principalement et de leur texture lourde, limono-argileuse ou argilo-limoneuse.

5.2.1.5.5 Structure

La structure des sols est généralement de type grumeleux en raison de la présence quasi-constante de calcaire et de leur forte teneur en matières organiques. Les grumeaux sont anguleux et très bien individualisés. Ceci assure aux racines et à leurs associés fongiques une excellente aération.

5.2.1.5.6 Drainage

La bonne structure du sol des truffières de notre région permet une bonne circulation de l'eau et empêche l'apparition de phénomènes d'hydromorphie dans la partie supérieure. La présence de cailloux et les fissures assurent le drainage profond.

5.2.1.5.7 Calcaire

Tous les sols des truffières étudiées ont un taux de calcaire compris entre 0.4 et 52%. On remarque la présence de calcaire dès la surface.

La teneur en calcaire total n'a aucun effet sur la qualité des sols, c'est seulement sa présence en surface qui est importante.

5.2.1.5.8 pH

Du fait de la présence constante de calcaire dès la surface, le pH est toujours supérieur à 7 et varie de 7.1 à 8. Quand on met en solution un sol truffier dans de l'eau, il y a un échange entre les H+ contenus dans l'eau et les Ca++ fixés à la terre, ce qui a pour effet de faire remonter le pH. Voilà l'équation :

$$(\text{Argile})Ca + (H^+) + (OH^-) \Longleftrightarrow (\text{Argile})H + (Ca^{++}) + (OH^-)$$

La détermination du pH du sol va donc être importante dans le choix du terrain et sa mesure va suivre une procédure rigoureuse. On mélange 10 g de terre séchée à 25 ml d'eau déminéralisée, on agite pendant 1 heure et on laisse reposer pendant 2 heures. On opère à 20°C. Ensuite la mesure du pH s'effectue à l'aide d'un pH-mètre. Les spécialistes estiment qu'on ne devrait pas entreprendre de plantations dans une terre qui n'a pas un pH contenu entre 7 et 8.5.

5.2.1.5.9 Matières organiques

La teneur est généralement comprise entre 4 et 20%. Cette forte teneur en matières organiques est en partie responsable de l'excellente structure de ces sols.

5.2.1.5.10 Rapport carbone/azote

Le rapport carbone / azote est en général compris entre 9 et 12, ce qui indique une excellente capacité de minéralisation de la matière organique et une bonne disponibilité en azote minéral, principalement sous forme nitrique.

5.2.1.5.11 Propriétés chimiques

La teneur en phosphore assimilable est faible et comprise entre 0.02 et 0.08%. On tiendra compte également de la teneur en Calcium échangeable et des teneurs en Potassium et Magnésium échangeables.

5.2.1.5.12 Conclusion

Ces données ont été recueillies sur des truffières naturelles à *Tuber uncinatum* de la région. Il va donc falloir trouver des terrains avec des caractéristiques semblables pour avoir le maximum de chances de réussite dans notre opération de trufficulture.

Il existe pour ce faire des laboratoires de conseils et d'analyses qui vont étudier le sol choisi pour l'implantation de la truffière.

On procède tout d'abord à une analyse physique. On va observer l'échantillon (couleur, structure). On va ensuite pratiquer une analyse granulométrique (texture du sol) ainsi que la capacité de rétention en eau du sol.

On mesure ensuite la teneur des éléments suivants, Calcaire Total (> 5%), pH eau (7.4 à 8.5), Matière organique (> 4%), Azote (> 0.2%), C/N (entre 8 et 11), Phosphore (0.2 à 0.3%), Potasse (0.02 à 0.03%), Magnésie (> 0.02%), Chaux (> 0.07%).

Entre parenthèses sont indiquées les valeurs idéales.

A la suite de cette analyse, un spécialiste en trufficulture rend ses conclusions quant aux chances de réussite d'une éventuelle plantation de truffière à *Tuber uncinatum*.

Ces valeurs sont les références d'Agri-Truffe. Chaque laboratoire a ses propres valeurs de références qui varient autour de ces chiffres.

5.2.1.6 Antécédent cultural

L'antécédent cultural est très important dans le choix de l'emplacement de la truffière. Les antécédents favorables sont les suivants : cultures agricoles ou maraîchères, prairies entretenues, vignes et vergers. Ces antécédents sont composés de plantes hébergeant des champignons endomycorhiziens qui n'entreront pas en compétition avec la truffe. De plus, ces sols ont été entretenus régulièrement pour permettre la culture des antécédents. On peut également implanter une truffière à l'emplacement d'une friche, en s'assurant que les plantes qui s'y trouvent ne peuvent héberger des champignons ectomycorhiziens risquant d'entrer en compétition avec la truffe. Ce peuvent être des espèces buissonnantes (épines noires, aubépines, rosiers, cornouillers, ronces, …) ou des graminées.

Si la friche est colonisée par des végétaux pouvant s'associer à des champignons ectomycorhiziens, la culture sur ce terrain est tout de même réalisable mais cela demandera de nombreux travaux de désinfection du sol qui n'assureront pas une décontamination complète des spores de champignons ectomycorhiziens. Les plants responsables sont les suivants : chênes, hêtres, charmes, noisetiers, tilleuls, conifères, peupliers, saules…

C'est pourquoi, on évitera systématiquement d'implanter une truffière dans cet antécédent.

5.2.1.7 Possibilités d'irrigation

En théorie, l'eau est un facteur très important au succès de la culture. Elle est un facteur de réussite de la colonisation du sol par l'inoculum et est également nécessaire pour assurer le développement ainsi que le grossissement des corps fructifères en période de sécheresse estivale.

On peut implanter dans un sol sans utiliser l'irrigation mais il faudra alors agir sur d'autres facteurs comme le choix d'un sol à bonne réserve hydrique, une exposition fraîche, une protection contre les vents desséchants, la création rapide de bonnes conditions d'ombrages, des façons culturales réduisant les pertes en eau et l'arrosage pied à pied des jeunes plants les premières années.

La visite chez plusieurs trufficulteurs de la région me montre que nombre d'entre eux préfèrent agir sur ces derniers facteurs plutôt que d'utiliser l'irrigation qui représente encore un investissement important pour des résultats qui ne sont pas totalement démontrés par les expérimentations. En effet, on remarque que l'on peut avoir de mauvaises récoltes des années sans déficit hydrique et de bonnes récoltes les années plus sèches.

L'eau est encore un mystère pour bon nombre de trufficulteurs et il faudra encore plusieurs années avant de maîtriser ce domaine selon eux.

5.2.1.8 Voisinage et isolement

L'emplacement du terrain devra tenir compte de l'influence des prédateurs qu'ils soient humains ou animaux. La proximité des zones boisées augmentera le risque de dégâts par le grand gibier et les petits rongeurs. D'autre part, la plantation de la truffière dans une zone reculée augmentera les risques de braconnage (vol de plants, piochage de la truffière,...). C'est pourquoi, la plantation dans ce type de terrains devra s'accompagner de certaines précautions.

Cependant, si la proximité des bois peut être un désagrément vis-à-vis du gibier, cela peut être également un facteur favorable si ce bois est connu comme étant le lieu d'une truffière naturelle. Cela démontre que le sol est favorable et c'est un problème auquel s'attachent les trufficulteurs.

En résumé, l'expérience des trufficulteurs que j'ai rencontré ou interrogé sur le problème du choix du terrain est la suivante : s'ils ont la possibilité de choisir l'endroit où ils désirent implanter leur truffière, voilà les paramètres qu'ils examinent par ordre d'importance : analyse du sol, proximité d'une ancienne truffière naturelle, antécédent cultural (souvent une ancienne vigne), exposition (ensoleillement) dans une moindre mesure, l'altitude et l'installation de la truffière en pente.

Mais nombre de trufficulteurs sont encore limités, pour implanter leur truffière aux endroits que les agriculteurs et autres propriétaires terriens ont bien voulu leur céder et ces terrains ne présentent pas toujours toutes les propriétés requises pour une implantation.

5.2.2 Choix de la plante symbiote

Le choix de la plante symbiote n'est pas une chose à prendre à la légère, il doit s'effectuer en fonction du terrain, de la région mais également par l'observation des truffières naturelles retrouvées dans la région. On choisira ainsi comme plante symbiote une des essences truffières, que j'ai développées dans le chapitre III. En revanche, ici, nous allons étudier le type de plantation que nous allons réaliser.

Dans notre région, ce sont essentiellement des chênes et des noisetiers qui sont choisis pour réaliser les truffières. Les autres essences utilisées relèvent plus de l'expérimentation.

5.2.2.1 Choix du type de plantation

5.2.2.1.1 Vocation truffière

Comme je viens de l'énoncer ci-dessus, le choix de la plante symbiote devra se porter sur une des espèces énoncées dans le chapitre III portant sur les essences habituellement reconnues comme pouvant produire la truffe de Bourgogne. Cependant, si certaines espèces sont très courantes et retrouvées chez la grande majorité des pépiniéristes (chênes, noisetiers, pins, tilleuls, charmes, ...), on devra s'assurer, si l'on veut utiliser des essences moins courantes, de leurs disponibilités sur le commerce en tant que « plants mycorhizés par la truffe de Bourgogne ».

Le choix devra ensuite se porter sur certains paramètres que je viens d'évoquer rapidement en introduction, à savoir la végétation spontanée (présence de truffières naturelles avec ces essences), le climat, l'analyse du sol et la longévité des essences. Tout ceci conditionnant la précocité de production mais également sa durée. On devra également

observer le développement aérien de l'arbre qui conditionnera l'ombrage et la taille, l'ombrage étant un facteur important dans la production des truffes de Bourgogne. De même les possibilités d'entretien et le temps nécessaire à cet entretien seront à prendre en compte.

Voici quelques exemples :

Le noisetier est une essence qui pousse rapidement et demande beaucoup plus de travail que le chêne ou le pin. C'est une essence plus sensible aux gelées. Il a la réputation de rentrer plus rapidement en production mais pendant une durée moins longue que le chêne. De plus la présence de noisettes peut favoriser un tassement du sol quand elles sont ramassées ce qui est néfaste à l'aération cependant le non-ramassage provoque la prolifération de petits rongeurs qui en plus de manger les noisettes vont se gaver de truffes.

Le chêne est un peu plus lent à démarrer, c'est pourquoi bon nombre de trufficulteurs ne le choisissent pas du fait de leur impatience à rentabiliser leur investissement. Cependant la production dure plus longtemps et il présente moins d'inconvénients que le noisetier. Les principaux inconvénients sont d'une part la sensibilité à l'*oïdium* qui ralentit sa croissance et nécessite des traitements, et d'autre part la production de glands qui attirent rongeurs et sangliers. Cependant cette production n'intervient que plus tard dans la vie de l'arbre. Le principal avantage de la plantation de chênes est qu'ils sont moins sensibles aux contaminations par des champignons ectomycorhiziens.

Le charme, lui, s'adapte à bon nombre de terrains et demande beaucoup moins de travaux.

Le mélange d'essences, qui est de plus en plus utilisé peut être très intéressant, car il permet de cumuler les avantages des différentes plantes symbiotes.

5.2.2.1.2 Double vocation

L'association de plants truffiers à des plants de productions durables est généralement choisie par les trufficulteurs dans le but de rentabiliser leur investissement rapidement durant les années où la production de truffes est nulle, c'est à dire les dix premières années.

La question à se poser est : Faut-il associer les deux types de cultures côte à côte séparément ou en alternance ? Le meilleur choix semble être celui qui sépare les deux types de cultures dans le but de faciliter les interventions et de limiter les incompatibilités biologiques ou techniques.

De toutes manières, on ne pourra associer aux plants truffiers que des espèces à endomycorhizes ne risquant pas d'entrer en compétition avec la truffe de Bourgogne, c'est à dire des arbres fruitiers par exemple

5.2.2.1.2.1 Association avec des arbres fruitiers

Ce sont des partenaires possibles des plants mycorhizés par la truffe de Bourgogne pour plusieurs raisons : ils n'entrent pas en compétition avec la truffe car ce sont des espèces qui n'hébergent que des champignons endomycorhiziens et ils fournissent un abri favorable pour donner de l'ombre aux plants truffiers. Un des autres avantages est que, de par leurs racines, ils retournent la terre et ainsi l'aèrent, ce qui est un facteur favorable au développement de la truffe dans le sol.

En revanche, il faut éviter le plus possible de faire une culture intensive des fruits qui conduirait à un nombre élevé d'interventions et qui provoquerait un tassement du sol néfaste à la truffe de Bourgogne.

Le seul problème est que si l'abri permet le maintient de l'humidité favorable à la production truffière, les années d'abondance, cela peut être un inconvénient.

5.2.2.1.2.2 Production de noisettes

La question de la production simultanée de noisettes et de truffes est généralement posée par les trufficulteurs mais elle se heurte à deux problèmes majeurs :

Premièrement, il n'est pas possible avec les techniques actuelles de préparer des plants truffiers permettant de produire des noisettes génétiquement contrôlées et pouvant être commercialisées.

Secondement, le problème des incompatibilités techniques est également important. La noisette oblige à une taille sévère des noisetiers, néfaste au bon ombrage du sol. De plus, leur récolte provoque un tassement du sol durant la période de grossissement et de maturité des truffes.

5.2.2.1.2.3 Association avec des arbres forestiers

Cette association n'est possible qu'avec des arbres ne pouvant héberger que des champignons à endomycorhizes (merisiers, érables…), les espèces à ectomycorhizes comme les chênes, hêtres ou pins sont sources de contamination.

Cette association ne sera possible que dans le cadre d'un reboisement et à ce titre soumise à certaines exigences concernant le choix des espèces adaptées à la station, le choix de l'origine, la densité minimale, les aspects réglementaires. Ces informations sont disponibles auprès des D.D.A.F..

On choisira des espèces pouvant permettre un abri favorable.

En résumé, chez les trufficulteurs rencontrés, j'ai remarqué qu'ils avaient choisi à une très large majorité d'opter pour une truffière à vocation essentiellement truffière. Je n'ai pas eu le plaisir d'observer de plantations associées à des arbres fruitiers, ni de trufficulteurs choisissant des noisetiers mycorhizés dans le but de récolter et les noisettes et les truffes. L'un

d'entre eux à essayé de le faire une année pour les noisettes mais le gain obtenue par la vente n'était pas conséquent, au vu du temps passé à ramasser, calibrer, ... Cela l'a découragé pour les années suivantes.

5.2.3 Choix du schéma et de la densité de population (2)

Le choix du schéma et de la densité de population est un sujet délicat sur lequel de nombreux trufficulteurs ont des avis divergents. Ce choix doit se référer à de nombreux facteurs (conditions écologiques, nature et fertilité du sol, développement naturel à l'état adulte de l'essence retenue, conditions de culture, conditions d'irrigation et disponibilité en eau).

Les écartements doivent être choisis pour permettre un travail aisé de la truffière. Il faut qu'ils soient adaptés aux dimensions du matériel de culture en tenant compte du type d'entretien.

Les plants mycorhizés par la truffe de Bourgogne doivent être plantés à des densités moyennes à fortes, en carré, en quinconce ou bien en haies. Les densités vont de 600 à 1000 arbres par hectare pour permettre un ombrage suffisamment important nécessaire au bon développement de cette truffe. Un trufficulteur m'a présenté les résultats de son expérimentation qui montrent les productions obtenues sur des arbres plantés à différentes densités. On observe que si des densités faibles offrent des résultats guères intéressants, la différence entre les productions des plantations à moyenne et à haute densité n'est pas suffisamment significative pour rentabiliser le surplus d'investissement que représente la plantation de nombreux arbres supplémentaires. Ce trufficulteur m'a également précisé qu'une densité comprise entre 700 à 800 arbres/hectare serait un bon compromis.

Les avantages d'une densité élevée sont la colonisation plus rapide du sol par l'inoculum, mais également une augmentation de la compétitivité vis-à-vis des autres champignons mycorhiziens pouvant être présents dans le sol. De plus, cette forte densité crée un microclimat favorable au développement des truffes et cela assure une certaine protection contre le gel.

Les fortes densités ont également un autre avantage, elles augmentent la quantité de feuilles mortes présentes sur le sol, ce qui assure une protection contre le gel. Cependant, l'excès peut provoquer une acidification du sol.

Dans le choix du type de plantation, il semble que celle en haie soit la plus intéressante car elle facilite le passage des engins mécaniques et limite les coûts lors de l'installation d'un réseau d'irrigation ou l'installation d'un film plastique au sol en guise de paillage.

Quand on choisit des plantations mélangeant des essences à croissance rapide et lente, il est préférable d'alterner les espèces sur des lignes différentes plutôt que sur la même ligne.

En résumé, les trufficultures de la région, que j'ai rencontré, ont en général opté pour une densité d'environ 800 arbres/hectare, ce qui coïncide bien avec l'expérimentation réalisée en Haute-Marne qui a examiné les productions de truffes en fonction de la densité et a montré qu'une densité moyenne de 700 à 800 arbres à l'hectare offrait le meilleur rapport production/investissement.

5.2.4 Mode d'entretien

5.2.4.1 Terrain enherbé

5.2.4.1.1 Avantages

L'herbe permet de retenir la terre sur les pentes et elle retarde le gel lors des grands froids hivernaux. De plus, son entretien est facile, il suffit juste de faucher sans se soucier des mauvaises herbes.

L'herbe présente également un intérêt sur la croissance du plant en la ralentissant par concurrence, ce qui permet à la mycorhization de suivre un rythme plus proche de celui du développement des racines.

Un dernier avantage est celui de pouvoir observer plus facilement les brûlés.

5.2.4.1.2 Inconvénients

Il est tout de même nécessaire de travailler le sol et de désherber autour des plants, pour éviter la mortalité et la stagnation des jeunes sujets. En effet, l'absence de travail peut provoquer un manque d'aération mais également la compaction du sol ou la prolifération des petites racines en surface dans certains sols, pouvant conduire les truffes à se développer près de la surface en les exposant au dessèchement, au gel et aux prédateurs.

Un autre inconvénient est le fait que la couverture herbacée peut concurrencer les plants et les corps fructifères pour l'alimentation en eau pendant les années sèches.

Enfin, l'herbe peut favoriser la prolifération de petits rongeurs.

5.2.4.2 Terrain nu

5.2.4.2.1 Avantages

Le travail mécanique du sol entraîne son ameublissement et une aération favorable au développement du mycélium et plus tard, à celui des corps fructifères.

Le contrôle de la profondeur de travail du sol permet de réguler celui de la profondeur de formation des truffes, ce qui peut être important dans la lutte contre la sécheresse, le gel et les prédateurs.

Enfin, la rupture de certaines racines peut favoriser la formation de racines nouvelles aptes à être mycorhizées.

5.2.4.2.2 Inconvénients

Le passage d'engins risque de tasser et de compacter le sol.

Les outils peuvent propager, lors du travail, des mycorhizes antagonistes de la truffe sur toute la surface. De plus, ces outils, lors d'années pluvieuses, ne sont pas suffisants pour éliminer toute la végétation adventice, cela obligeant à procéder à un désherbage chimique complémentaire.

Enfin, un travail trop profond risque d'être préjudiciable à la mycorhization.

Il faut faire attention car on a remarqué que ce n'est pas dans les plantations les plus travaillées que l'on obtient les meilleurs résultats. En effet, un travail intensif du sol peut entraîner une croissance trop rapide des arbres; il s'ensuit que la mycorhization n'est alors pas à l'unisson de la croissance racinaire.

La solution pourrait être de labourer systématiquement les interlignes en s'éloignant chaque année d'un soc : on coupe ainsi les racines non mycorhizées qui ont piégé des mycorhizes étrangères. On peut également profiter de ce labour pour réintroduire en même temps des spores de truffes. Cette technique a semble-t-il déjà donné de bons résultats.

Un trufficulteur de la région m'a dit à ce sujet qu'un terrain enherbé était beaucoup moins contraignant au niveau de l'entretien qu'un terrain nu ; il se résume au fauchage de l'herbe. En observant d'autres trufficulteurs, il est vrai que je n'ai vu aucune truffière organisée en terrains nus. Une autre personne m'a également indiquée qu'une certaine variété de pelouse serait plus favorable à la trufficulture, il a d'ailleurs planté il y a quelques années, à titre expérimental, quelques noisetiers mycorhizés avec *Tuber uncinatum* sur cette variété de pelouse. Les arbres commencent à brûler et il attend maintenant avec impatience les premiers résultats.

5.3 La réalisation

5.3.1 Préparation du terrain

5.3.1.1 Défrichement

Cette étape primordiale précède la plantation. Elle vise à obtenir une terre propre, apte au développement des mycorhizes de truffes, débarrassée des espèces pérennes gênantes comme les arbres, buissons, ronces, ...

Il ne faut jamais conserver d'arbres sur la truffière. Ceux-ci représentent une contrainte vis-à-vis du plan d'installation de la truffière. Ils occupent de la place, du fait de leur dimension et gênent le développement des jeunes plants truffiers (compétition en eau, réduction de lumière, occupation de l'espace racinaire). Enfin, certaines espèces ligneuses à ectomycorhizes sont des réservoirs de champignons, et par le fait risquent de contaminer les plants truffiers par des compétiteurs de la truffe à l'exception d'arbres truffiers bons producteurs qui seraient déjà en place. Les arbres à endomycorrhizes comme les arbres fruitiers ne présentent pas ce désagrément et peuvent donc être associés dans une truffière mais l'idéal pour ces plants fruitiers serait de les planter en même temps que les plants truffiers.

Le défrichement consiste en la suppression des arbres et des buissons. Celle-ci comporte plusieurs phases :

Premièrement, la mise à nu de la parcelle ce qui nécessite la coupe des arbres et des buissons puis l'enlèvement du bois et le brûlage des branches et des buissons.

Ensuite vient la suppression des souches de moyennes et grosses dimensions ce qui implique l'utilisation de moyens techniques importants type bulldozer muni d'une pelle mécanique et d'un râteau scarificateur. Il faudra faire attention dans cette opération à perturber le moins possible l'arrangement des couches du sol.

On pratique ensuite l'extraction complète des racines qui nécessite un ou plusieurs labours croisés avec une charrue à disques lourds suivi(s) de passages d'outils à dents.

On enlève et on brûle enfin les souches et les racines extraites qui ne doivent pas être laissées aux alentours de la parcelle, car elles représentent une source continuelle de prolifération de petits rongeurs.

5.3.1.2 Suppression chimique

La suppression totale des végétaux d'une friche est parfois très difficile à obtenir, du fait de la prolifération des repousses de fruitiers, vignes, … C'est pourquoi, on utilisera des traitements herbicides appropriés qui donneront un résultat bien plus satisfaisant, tout en réduisant le nombre d'interventions mécaniques et les risques de bouleversement des horizons du sol. Cette étape de suppression chimique est une étape tout-à-fait complémentaire d'une première partie de suppression mécanique.

L'utilisation de ces herbicides est contrôlée et suit la réglementation « avant la mise en culture » ou « en préparation des plantations ». Ce sont des produits qui sont connus pour ne présenter aucun risque d'accumulation de résidus dans le sol. Nous le verrons en **Annexe 1**. Ils sont choisis en fonction de leur champ d'activité :

Les spécialités à base de *glyphosate* sont particulièrement polyvalentes. Elles maîtrisent les graminées et autres espèces herbacées pérennes, si elles sont appliqués pendant la phase de croissance (généralement au printemps et jusqu'avant le dessèchement estival des mauvaises herbes). Elles maîtrisent également les espèces ligneuses et les sous-arbrisseaux, mais seulement en période de croissance active (milieu ou fin de l'été).

Les spécialités à base de *triclopyr* maîtrisent, elles, les espèces ligneuses, les sous-arbrisseaux et les dicotylédones (espèces à feuilles larges) herbacées. Ces herbicides peuvent être appliqués pendant toute la saison de végétation. Ils ne sont pas efficaces sur les graminées et les laîches.

5.3.1.3 Aération du sol et respect des horizons

Cette opération est un élément capital de la préparation du sol de la truffière. Il faudra pratiquer un sous-solage à chaque fois que cela sera possible pour décompacter le sol en profondeur ou pour briser une éventuelle « semelle de labour ». Les effets resteront bénéfiques pendant de nombreuses années, en permettant au système racinaire du plan truffier de coloniser plus rapidement les horizons profonds et en assurant une meilleure alimentation hydrique de l'arbre.

Malgré tout, cette opération est délicate et il faudra faire attention à ne pas perturber les différentes couches du sol. Il faut éviter de mélanger les horizons profonds et les horizons de surface, ces derniers présentant généralement des propriétés physico-chimiques et biologiques beaucoup plus favorables que les horizons sous-jacents.

En conséquence, le sous-solage devra s'effectuer avec des outils adaptés munis de dents ou d'un soc spécial qui permettra d'aérer le sol en profondeur sans bouleverser les différents horizons. Il faudra faire également attention lors de l'utilisation de ces outils à ne pas soulever des pierres ou des blocs rocheux qui obligeraient par la suite à épierrer la parcelle ou à utiliser un broyeur de pierres. De même, les labours profonds réalisés avec une charrue à soc ne doivent pas remonter le sol de moins bonne qualité des horizons sous-jacents. La profondeur doit se limiter à la couche habituellement travaillée dans les terres cultivées. C'est pourquoi l'utilisation d'une charrue à disques lourds sera souvent préférable, car elle permet de réaliser un labour profond sans risque de bouleversement des couches de sols.

Enfin, pour conclure, ces opérations nécessitent l'emploi d'engins lourds et doivent être pratiquées lors de la période estivale sur sol sec ou suffisamment ressuyé, de façon à éviter la destruction ou un tassement irréversible du sol.

5.3.1.4 Amendements et fumures de fond **(29)**

Les amendements et les engrais préconisés à partir de l'analyse du sol seront apportés au cours des dernières façons culturales.

5.3.1.5.3 Cultures abandonnées, friches

Ces terres sont des terres colonisées par des graminées et autres herbacées pérennes, buissons (aubépines, cornouillers sanguins, ...), sous-arbrisseaux (ronces, rosiers, vignes) ou par des arbres fruitiers. On sait que ces plantes rejettent vigoureusement après les interventions mécaniques. C'est pourquoi, ce traitement mécanique seul n'est pas suffisant sous peine de voir repousser ces différentes plantes. Il faudra donc accompagner le traitement mécanique d'un traitement herbicide.

Si l'on a affaire à un terrain à prédominance herbacée avec quelques ligneux bas et sous-arbrisseaux, il faudra commencer par un désherbage chimique avec un herbicide à base de *glyphosate* appliqué en fin de printemps, début d'été quand l'herbe est bien verte. Il faudra ensuite attendre un délai d'action de quatre à six semaines avant de pratiquer des interventions mécaniques.

Si par contre, le terrain à préparer est dominé par la présence de buissons plus développés ou d'arbres fruitiers, il est préférable de commencer par l'arrachage et l'élimination des ligneux avant de pratiquer un traitement chimique sur les repousses. On utilisera donc, un herbicide à base de *triclopyr* ou *glyphosate* selon les espèces présentes sur le terrain ou selon le stade de développement. Il faudra ensuite attendre six à huit semaines avant de travailler le sol.

Dans tous les cas de figure, il faudra attendre un an entre la remise en état du sol et la plantation des plants truffiers. Ce temps permettra aussi de vérifier que toutes les espèces pérennes ont été éliminées, de faire des traitements sur d'éventuelles repousses et d'améliorer les qualités physiques du sol.

5.3.1.5.4 Bois ou friches boisées

Ce sont des terrains dominés par la présence d'arbres et buissons d'espèces forestières ectomycorhiziennes, susceptibles d'habiter en symbiose au niveau des racines avec des champignons compétiteurs de la truffe. La première étape de la préparation de ce type de terrain sera bien évidemment le défrichement : suppression des ligneux, arrachage des

souches, extraction des racines, décompactage du sol. Comme dans le cas précédent, on appliquera un herbicide (*triclopyr* ou *glyphosate* selon la végétation présente) la saison suivante, afin d'éviter d'éventuelles repousses d'espèces difficiles à supprimer mécaniquement.

La seconde étape sera la mise en culture du terrain pendant plusieurs années pour faire baisser le potentiel d'inoculum de champignons mycorhiziens antagonistes de la truffe. On utilisera des plantes de grandes cultures (céréales, plantes fourragères, légumineuses, plantes oléagineuses), certaines sont plus particulièrement favorables (luzerne, sainfoin). Ces cultures permettent de maintenir le sol propre en supprimant la réinstallation de la végétation adventice. Ces cultures sont également favorables à l'évolution de la matière organique vers un état humique satisfaisant. Enfin, elles rétablissent la structure du sol qui a été bouleversée par le défrichement.

Cependant la lourdeur des investissements et la durée de la préparation de ce type de terrain conduisent à bien réfléchir quant à l'installation d'une truffière sur ce type d'antécédents.

En ce qui concerne l'expérimentation des trufficulteurs, si tous sont unanimes sur l'utilité d'un défrichement mécanique et d'une préparation du terrain avec un sous-solage profond au labour, le désherbage chimique est loin de faire l'unanimité entre ceux qui l'ont utilisé sans crainte, ceux qui s'en servent en complément et ceux qui ne sont pas convaincus. Pour les utilisateurs, le produit est le *glyphosate* uniquement. Certains trufficulteurs pensent qu'il est sans effet néfaste sur la culture, en revanche le plus expérimenté d'entre eux (premières plantations en 1974) dit : « il ne faut pas avoir trop en tête la rentabilité et laisser faire la nature, et puis, sait-on ce que fera un produit dans 10, 15 ou 20 ans ? Les gens qui ont cherché un « engrais » se sont cassé les dents et ont introduit dans leur terrain des éléments perturbateurs ».

Les produits chimiques cités dans ce chapitre seront détaillés en **Annexe 1.**

5.3.2 La plantation

5.3.2.1 Acquisition des plants mycorhizés **(34)**

Les plants commercialisés par les pépiniéristes sont soit des plants mycorhizés selon le procédé I.N.R.A. (Institut National de Recherche Agronomique) – A.N.V.A.R. (Agence Nationale de Valorisation de la Recherche) et contrôlés par l'I.N.R.A., soit des plants mycorhizés selon d'autres procédés et agréés par le C.T.I.F.L. (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes).

Ces plants agréés offrent un maximum de garanties quant à l'existence de mycorhizes de truffes ainsi que sur la quantité et sur la pureté. Les plants de deux ans sont préférables à ceux de un an. Quelle que soit leur origine, ils doivent être bien conformés, d'aspect sain et avec un système racinaire bien développé.

Ils devront être livrés en pots ou en mottes Melfert®. Ils doivent être plantés immédiatement ou alors stockés dans un local frais à l'abri du vent et du gel et arrosés régulièrement afin d'éviter le dessèchement.

Voilà en quelques lignes, le résumé du procédé de mycorhization selon le procédé I.N.R.A.-A.N.V.A.R. :

Choix du substrat de culture : On utilise pour ce faire le substrat de culture Melfert® (MELange FERTilisé). Ce substrat est constitué d'un mélange d'écorces broyées de résineux, de cendres de lignite et de tourbe fertilisée par un engrais à libération lente (type osmocote).

Matériel végétal : On va choisir les graines les plus belles et saines, on les désinfecte à l'*hypochlorite de sodium* et on les sème sur des substrats inertes (*vermiculite, perlite*) favorables à l'émission de radicelles et à un développement correct des plantules. On fera par la suite une deuxième sélection en éliminant les individus chétifs et/ou à chevelu racinaire médiocre.

Inoculation des plants : Les plants sont inoculés au printemps, à l'âge de deux ou trois mois, suivant les essences. L'inoculation est réalisée de trois façons différentes, à partir de suspensions de spores aptes à germer, à partir de cultures pures du champignon ou à partir de

racines excisées porteuses de mycorhizes. Dans la pratique, seule l'inoculation avec une suspension sporale permet la production de plants à grande échelle. En général, on inocule en plaçant la suspension sporale au contact des racines du plant préalablement incisées. L'originalité de la méthode I.N.R.A. tient au fait que les spores sont soumises à un mode de conservation et à des traitements appropriés pour activer leur germination.

Dispositif : On va placer les plants dans des installations spéciales permettant un contrôle relatif du milieu, au moins pendant la période nécessaire à la formation des mycorhizes (2 à 3 mois).

5.3.2.2 Préparation de la plantation

Sur un sol normalement préparé, un simple travail superficiel du sol avant la plantation devra être effectué (hersage par exemple). On matérialisera l'emplacement des plants par un piquetage.

Le trou de la plantation devra être suffisamment profond pour que les racines soient complètement enterrées (30-40 cm de diamètre sur 20-25 cm de profondeur). On enlèvera les bouts des racines et les pierres qui pourraient encombrer le trou de la plantation.

5.3.2.3 Epoque de la plantation

La meilleure période de plantation se situe en novembre – décembre sur un sol ressuyé, mais il est tout de même possible de planter jusqu'à fin mars – début avril.

Les plantations réalisées à la fin de l'hiver ont des reprises d'autant plus difficiles que l'été suivant est sec. Par contre, les plantations réalisées en novembre – décembre ont des arbres qui gagnent généralement une année de végétation sur les arbres plantés à la fin de l'hiver.

Les plantations d'automne nécessitent généralement un rechaussement des plants à la fin de l'hiver.

Dans le cas des plantations de fin d'hiver, il est nécessaire d'arroser immédiatement pour favoriser la reprise durant l'été.

Il ne faut pas planter sur un sol trop mouillé pour ne pas compacter le sol, ni en période de gel, le froid et la compaction du sol risquant de détruire les mycorhizes.

5.3.2.4 Mise en place des plants

Avant toute transplantation, les plants doivent être arrosés, à la fois pour amener le substrat à une humidité favorable et pour éviter à la motte de s'effriter, avant le dépotage. Les mottes roulées Melfert® vont ainsi être trempées quelques minutes dans de l'eau. Les plants en pots devront être plantés avec leur motte, pour éviter d'endommager les racines mycorhizées. Le plant ainsi planté devra être recouvert de quelques centimètres de terre afin d'éviter le dessèchement du plant. Le non-tissé qui constitue les enveloppes des mottes n'étant pas biodégradable, il sera nécessaire d'effectuer des fentes longitudinales dans l'enveloppe avec un couteau afin de favoriser l'expansion du système racinaire.

Il faudra faire attention en cas de culture du plant dans un sol caillouteux. Il sera indispensable d'apporter de la terre fine pour combler les poches d'air pouvant subsister entre la motte et les cailloux et pour favoriser le développement racinaire.

Les mottes doivent être enterrées suffisamment profondément, mais pas trop, pour éviter que des racines adventices ne portant des mycorhizes de truffes ne viennent se former en surface et piéger des mycorhizes indigènes concurrentes de la truffe.

Une fois en terre, les plants devront être immédiatement arrosés et en cas de sécheresse, l'arrosage sera indispensable durant les deux premières années, parfois même dès le printemps (quelques litres d'eau seront nécessaires tous les quinze jours environ).

5.3.2.5 Protection des plants contre le gibier

Le premier moyen de lutte contre le gibier (lapins, lièvres, chevreuils, etc…) est un engrillagement total de la truffière.

En l'absence d'un engrillagement total, il va falloir protéger individuellement les plants contre les dégâts de gibier voire d'animaux domestiques en utilisant un grillage d'une hauteur adaptée à l'animal redouté.

Les manchons de protection représentent la protection la plus efficace contre les animaux mais ils peuvent avoir une répercussion sur le développement des jeunes arbres : ils accélèrent la croissance en hauteur, sans augmenter la croissance en diamètre et la biomasse racinaire. On aboutit donc à un plant grêle, devant être parfois soutenu par un tuteur. Cependant dans le démarrage de certaines plantations de chênes truffiers dont le développement stagne généralement pendant plusieurs années, cette technique peut avoir un certain intérêt.

En ce qui concerne les effets du manchon sur la dynamique des mycorhizes, aucune réponse n'a, à l'heure actuelle été donnée.

De toutes les manières, quelle que soit la protection choisie, celle-ci devra être installée dès la mise en place du plant dans le sol.

PHOTOS 58 ET 59

5.3.2.6 Paillage **(22)**

Le paillage consiste à déposer des matériaux (paille, écorce, matériaux synthétiques, …) à la surface du sol autour des jeunes plants afin de réduire l'évaporation du sol et d'empêcher le développement des plantes concurrentes. Son principal inconvénient est qu'il risque de favoriser la prolifération de petits rongeurs autour du plant car ils profitent du paillage pour s'y abriter ou pour y nicher.

PHOTO 58 : Jeune plantation classique en sol travaillé avec les plants protégés dans des mini-serres tubex (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

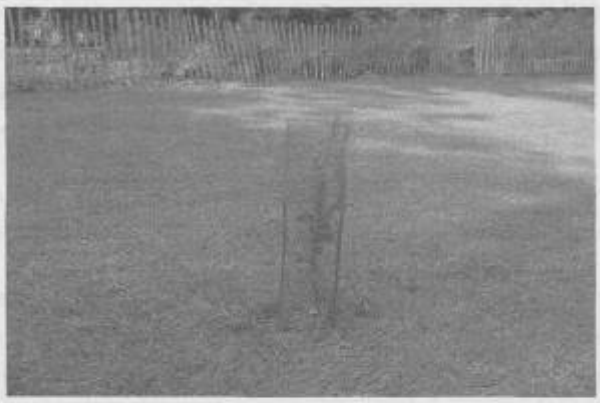


PHOTO 59: Manchon protecteur autour d'un jeune plant de pin (Photo personnelle)

C'est pourquoi, on utilise maintenant plus régulièrement un paillage en plastique noir (film plastique noir, qualité « verger », c'est à dire de 80 µm d'épaisseur).

Cette technique peut être réalisée de différentes manières.

La première technique consiste à découper des feuilles rectangulaires d'environ 1m², à raison d'une feuille par plant. On découpe une ouverture au centre de chaque feuille destinée au passage du plant. On pose la feuille après mise en terre du plant en faisant passer la partie aérienne du plant dans l'ouverture, la grande longueur de la feuille dans le sens de la ligne de plantation. La tige du plant ne doit pas toucher les bords du plastique, c'est pourquoi on les recouvrira de terre ce qui permettra également de maintenir la feuille au sol. Les bords extérieurs du plastique devront être enterrés à une profondeur de 5 à 10 cm. Ces différentes précautions sont nécessaires et vont réduire les risques d'installation des petits rongeurs sous les feuilles plastiques.

La seconde technique consiste à installer le film plastique en bande. Cette technique s'applique particulièrement aux plantations en haies, avec des plants rapprochés sur la ligne. On va utiliser des rouleaux de 80 à 110 cm de large en une seule épaisseur. On va enterrer progressivement au cours du déroulement le rouleau dans deux sillons, afin de maintenir le film au sol. Cette opération peut s'effectuer manuellement ou à l'aide d'une machine dérouleuse de film plastique. On peut effectuer cette pose avant la plantation des plants. On ouvre ensuite le plastique en pratiquant deux fentes en croix à l'endroit de la plantation. Celle-ci n'est possible que si le sol a été suffisamment bien préparé et s'il est meuble.

Le paillage plastique doit s'effectuer sur un sol bien préparé et à une période où les réserves hydriques sont bonnes, c'est-à-dire à la fin de l'hiver ou au printemps.

Le paillage est une technique qui demande beaucoup de temps ; l'entretien se limitera au désherbage de quelques plantes se développant à l'ouverture du plastique. De plus les plants profitent mieux de la pluie, d'où, une diminution des arrosages, une meilleure porosité du sol, favorable au développement des mycorhizes.

Il faudra veiller à ne pas arracher le plastique, ni le piétiner, pour éviter de compacter le sol. Si toutes ces consignes sont respectées, le paillage pourra ainsi durer 4 à 5 ans, ensuite on le retirera pour commencer, je l'espère à trouver des truffes sous le plant.

Sur cette partie concernant la plantation, les trufficulteurs n'ont pas tous recours au paillage plastique. L'un d'entre eux m'a confié : « le paillage, c'est bon pour le Midi, chez nous, c'est aléatoire ». Concernant la protection, vis-à-vis du gibier, ils utilisent souvent des manchons protecteurs au niveau des plants ou une clôture totale de la truffière. Un trufficulteur m'a suggéré un moyen de lutte cocasse : « je me sers de cheveux répandus sur le sol », sûrement est-ce dû à l'odeur. Mais le prédateur dont ils ont le plus peur n'a pas quatre pattes et il ne vit pas dans la forêt, il a au contraire deux bras et deux jambes et contre ce prédateur-là, tous les manchons et les clôtures sont inefficaces.

5.3.3 L'entretien de la plantation

FIGURE 25

5.3.3.1 Entretien du sol

L'entretien du sol a pour objectif de favoriser le développement du champignon et du jeune plant, en assurant un équilibre entre la croissance aérienne de l'arbre et celle de son système racinaire. Ceci se fait jusqu'à l'apparition des truffes puis ensuite durant toute la vie de l'arbre avec création ou maintient des conditions favorables au développement et à la maturation des truffes.

5.3.3.1.1 Premières années avant l'apparition des brûlés

A proximité des plants :

L'entretien consiste à supprimer les mauvaises herbes et à effectuer des binages qui favorisent le développement du mycélium par aération du sol. La surface ainsi travaillée devra

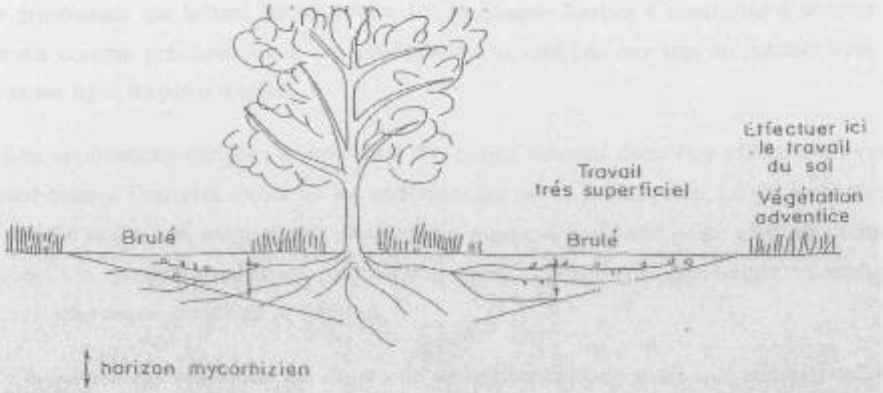


FIGURE 25 : Les différentes zones autour de l'arbre truffier (d'après M.-F. ADAMEC, 1992) **(16)**

être suffisante pour ne pas avoir à utiliser d'outils d'entretien tractés trop près des plants truffiers.

Un désherbage chimique est également possible en utilisant des herbicides foliaires non persistants autorisés (ces produits seront décris dans **l'annexe 1**). Ceux-ci devront être utilisés en pulvérisation dirigée car toute projection sur les feuilles ou la tige du plant pourrait avoir de graves répercutions.

Les deux premières années, quand les plants sont de petites tailles, les seuls herbicides utilisables sont ceux à base de *glufosinate* ou de *paraquat*. Ce sont des herbicides de contact qui luttent contre les espèces annuelles mais aussi certaines espèces pérennes.

Une fois que les plants sont d'une taille suffisante, on pourra utiliser des herbicides à base de *glyphosate* qui luttent contre toutes les mauvaises herbes à condition d'adapter les doses, mais comme précédemment, ces produits ne doivent pas être mis en contact avec les feuilles et les tiges du plant truffier.

Les applications dirigées à proximité des plants devront donc être effectuées avec le plus grand soin si l'on veut éviter de les endommager ou de les détruire. Le plus sûr moyen sera d'utiliser une lance manuelle de désherbage munie d'une buse noire et d'un cache de protection. On pourra également utiliser un balai désherbeur permettant d'appliquer l'herbicide sans aucun risque de projection.

Ce désherbage chimique est donc une opération délicate mais qui pourra rendre de grands services si elle est maîtrisée, toutefois, le désherbage chimique ne suffisant pas, il sera donc préférable d'alterner avec un travail du sol.

Dans le cas où l'on a installé un paillage plastique, l'entretien consiste en l'arrachage des mauvaises herbes se développant contre le plant. Le paillage devra être retiré au bout de 3 à 5 ans et il faudra reprendre les entretiens habituels.

Dans l'interligne :

Dans le cas d'un choix « terrain nu » entre les rangs, le travail consiste à passer un outil tracté aussi souvent que nécessaire à une profondeur de 10 à 15 cm. Il faudra éviter de travailler sur un terrain ou trop sec ou trop mouillé.

On pourra compléter ce travail par l'utilisation de désherbants chimiques en utilisant les mêmes herbicides que précédemment et en veillant à respecter les mêmes précautions d'emploi vis-à-vis des plants truffiers.

Si on a fait le choix d'une plantation « terrain enherbé », il faudra réaliser le semis de l'herbe en utilisant un mélange « type verger » c'est-à-dire ni trop traçant, ni trop poussant. Ensuite l'entretien se résumera juste au fauchage et au ramassage de l'herbe.

5.3.3.1.2 Après apparition des brûlés

L'entretien du sol n'a pas uniquement pour but l'élimination des mauvaises herbes, il est destiné à favoriser la formation et la croissance des truffes, ces dernières étant plus grosses dans un sol travaillé que dans un sol compacté ou tassé. Elles se produisent plus profondément, notamment dans les sols argileux et sont donc mieux protégées (par exemple contre le gel).

A proximité des plants :

L'entretien se résumera à un piochage réalisé en fin d'hiver autour des plants avec un outil manuel, suivi éventuellement d'un désherbage chimique sur les repousses de mauvaises herbes. A ce stade, le *paraquat* pourra être utilisé pour maîtriser les gourmands au stade herbacé.

Dans l'interligne :

En « terrain nu », le travail du sol exige un seul passage avec un outil à dents d'une dizaine de centimètres de profondeur réalisé au moment du réchauffement du sol c'est-à-dire vers mars-avril, mais il serait sans doute préférable au mois de février si les conditions le permettent ; un travail du sol effectué trop tardivement risquant d'endommager les primordiums au moment où ils se forment. De plus, en cas de travail trop tardif, il y a un risque de remonter à la surface des truffes bien formées mais immatures qui sont vouées à se dessécher ou à pourrir. Ceci démontre l'importance d'un travail du sol assez précoce.

Dans le cas où de fortes pluies auraient rendu le sol trop gras, on peut remplacer le travail du sol par un désherbage chimique. De même, en cas de repousses de mauvaises herbes après l'opération de travail mécanique du sol, il est préférable d'effectuer un désherbage chimique dans le but d'éviter les désagréments évoqués ci-dessus en cas de travail du sol trop tardif.

Dans les régions soumises à de fortes gelées hivernales, il est recommandé d'effectuer un travail du sol à une profondeur plus importante afin d'amener les corps fructifères à se former plus profondément de manière à être protégés du gel. Ce travail devra être entrepris dès la première année pour éviter d'endommager les systèmes racinaires bien implantés dans le sol.

Les outils rotatifs (fraises) sont à éviter car ils compactent le sol et surtout ils arrachent les plants truffiers.

Les herbicides utilisés sont les mêmes que ceux utilisés avant l'apparition des brûlés. Il est bon d'alterner herbicide de contact et herbicide systémique. On peut utiliser en complément un herbicide à base de *triclopyr* pour lutter contre les dicotylédones difficiles à éliminer.

En terrain enherbé, l'entretien se limite à quelques fauchages par an suivi du ramassage de l'herbe. Les fauchages devront s'effectuer sur un sol suffisamment sec pour limiter le plus possible le tassement du sol. On pourra comme dans les terrains nus, utiliser un herbicide au *triclopyr* dirigé contre les dicotylédones.

5.3.3.2 Taille

FIGURES 26 A 29

La taille a plusieurs objectifs : favoriser la pousse de l'arbre durant les premières années après sa mise en sol, donner à l'arbre une forme équilibrée, éviter un ombrage comme un ensoleillement excessif au pied de l'arbre, faciliter l'accès au pied de l'arbre pour les différents travaux d'entretien, permettre le passage d'outils tractés, assurer une meilleure répartition de l'eau par irrigation.

L'influence de la taille sur l'émission de nouvelles racines et le renouvellement des mycorhizes sont encore mal connus.

Une taille régulière permet d'acquérir une forme harmonieuse en évitant des tailles plus stressantes pour l'arbre par la suite. Ce travail qui est très contraignant les premières années sera plus lâche dès l'entrée en production. On laisse l'arbre par la suite se développer naturellement.

Certaines essences truffières doivent être conduites sur une tige (chênes, charmes, tilleuls, pins, noisetiers turcs…) en supprimant progressivement les branches basses vigoureuses. Dans le cas des chênes, pour éviter un port buissonnant, il faut sélectionner une tige de départ qui deviendra le tronc par la suite. A l'inverse, il peut être nécessaire par la suite de couper la flèche d'individus qui se développent seulement en hauteur.

La conduite du noisetier commun sur une tige est difficile et moins adaptée à l'écologie de la truffe de Bourgogne (ombrage peu important), par contre, elle se prête bien à l'irrigation par aspersion sous frondaison. Le noisetier sera conduit généralement en touffe. En croissance libre, les branches occupent vite l'espace jusqu'au ras du sol, limitant l'ensoleillement et l'accès à la base de l'arbre, c'est pourquoi il faudra tailler le noisetier. Il faut donner à la touffe une forme « en fuseau », en se contentant de supprimer les branches basses extérieures au fuseau, qui gêneraient les entretiens à proximité des plants. Il faut ensuite monter le fuseau en forme évasée dans sa partie supérieure comme un calice, afin de permettre le libre passage de l'homme et du tracteur. On aboutira finalement à une voûte végétale dont les piliers sont formés des faisceaux de tiges des noisetiers.

La conduite vis-à-vis des gourmands :

Le noisetier émet d'autant plus de gourmands qu'il est taillé sévèrement. La conduite des gourmands consiste à tempérer leur apparition par l'application d'une taille modérée.

Il n'est pas nécessaire de supprimer tous les gourmands, on pourra conserver certains gourmands verticaux compatibles avec la forme en « fuseau » ou en « champignon ». Cette pratique évitera de mettre en activité des bourgeons « dormants » situés à la base et réduira ainsi l'apparition de nouveaux gourmands.

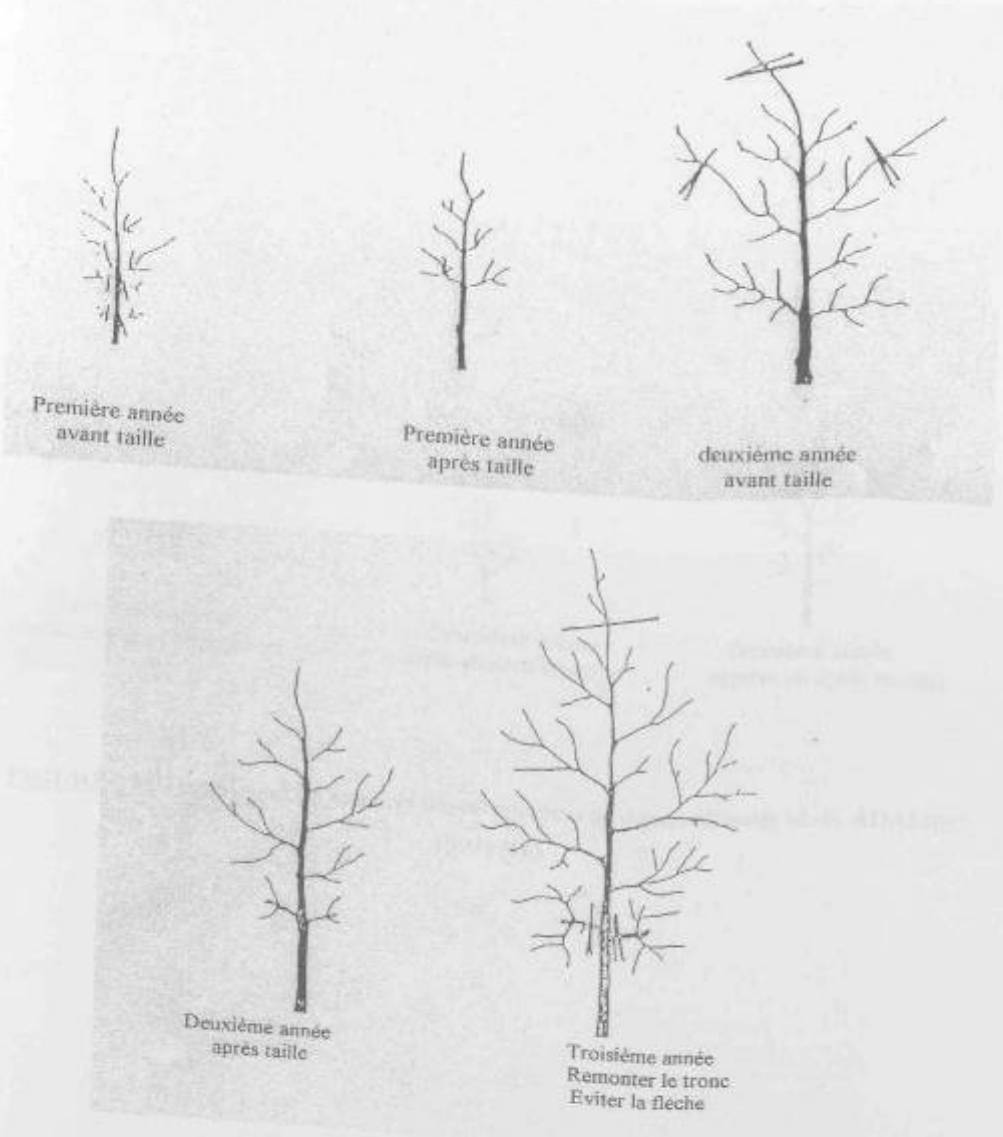


FIGURE 26 : Taille des chênes à vocation truffière (d'après M.-F. ADAMEC, 1992) **(16)**

FIGURE 27 : Plants ayant un mauvais développement au départ (d'après M.-F. ADAMEC, 1992) **(16)**

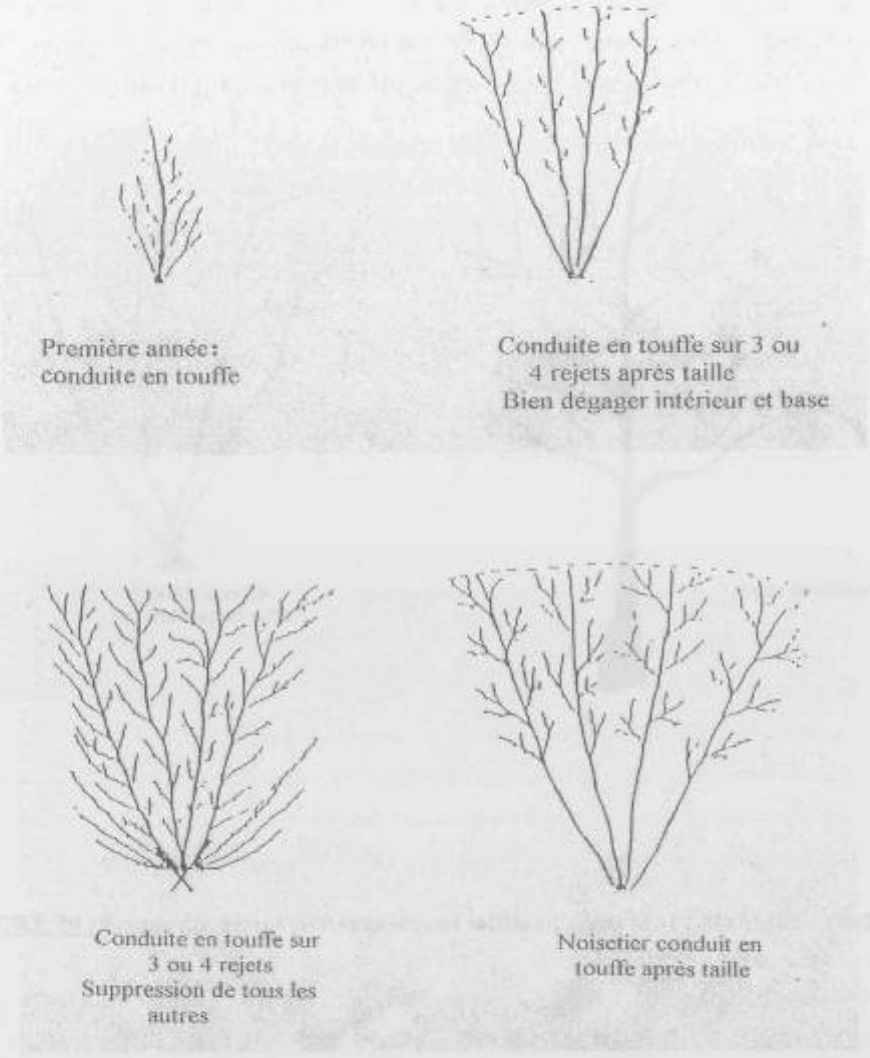


FIGURE 28 : Taille du noisetier à vocation truffière (d'après M.-F. ADAMEC, 1992) **(16)**

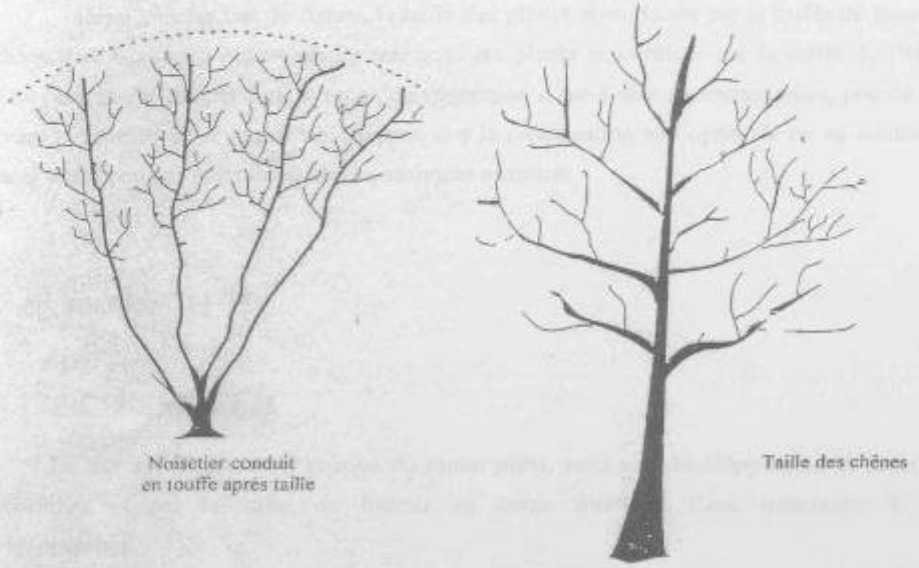


FIGURE 29 : Forme des arbres convenablement taillés (d'après M.-F. ADAMEC, 1992) **(16)**

La suppression des gourmands peut également s'effectuer de manière chimique en utilisant un herbicide foliaire à action de contact comme le *paraquat*. Il faudra appliquer le produit sur des gourmands qui sont encore au stade herbacé à raison de 3 ou 4 passages par an lorsque les noisetiers sont suffisamment âgés et grands (> 1 m et plus de 3-4 ans).

Dans tous les cas de figure, la taille des plants mycorhizés par la truffe de Bourgogne devra être beaucoup moins sévère que pour les plants mycorhizés par la truffe du Périgord. Elle peut avoir lieu pendant le repos de végétation c'est-à-dire en février-mars, peu de temps avant la montée de sève printanière pour que la cicatrisation soit optimale ou au contraire au mois d'août quand la croissance est quasiment terminée.

5.3.3.3 Irrigation **(16) (24)**

FIGURES 30 ET 31

Le but est d'assurer la reprise du jeune plant, puis son développement et celui des mycorhizes et par la suite, de fournir au corps fructifère l'eau nécessaire à leur développement.

En Lorraine, Champagne-Ardenne, un arrosage ponctuel peut suffire pour assurer le développement du jeune plant et éviter ainsi une croissance trop rapide néfaste à la bonne implantation de la mycorhization. On peut installer au pied de chaque plant un goutte à goutte où, à défaut, apporter quelques litres d'eau avec un arrosoir ou une tonne à eau.

Par contre, dès l'entrée en production, une plus grande quantité d'eau sera nécessaire. On devra remplacer les goutteurs par des microasperseurs installés sous frondaison. Ces microasperseurs sont le matériel le plus performant car ils permettent une couverture totale avec un minimum d'eau. On peut également utiliser des sprinklers en arrosage sur frondaison mais ce système est inutilisable lorsque les plants sont trop hauts. Certains trufficulteurs utilisent même des canons à eau. En cas de pénurie d'eau, une solution de fortune peut être d'utiliser un système de pomme d'arrosage raccordé à une tonne à eau tirée par un tracteur ou une lance branchée sur un pulvérisateur.

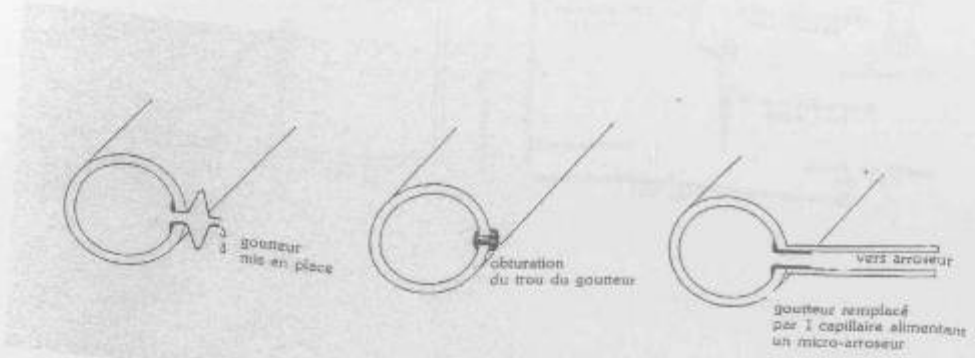


FIGURE 30 : Goutteur **(16)**

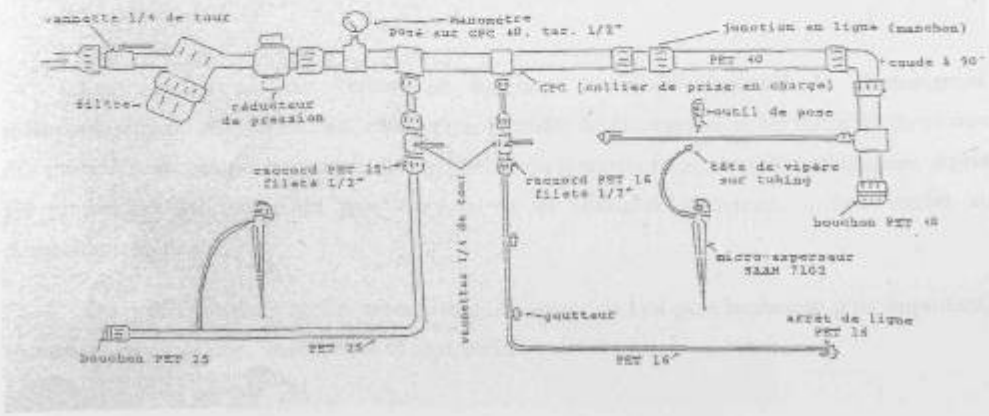


FIGURE 31 : Schéma de base d'une installation en micro-aspersion **(16)**

Il est préférable d'arroser tard le soir, la nuit, tôt le matin ou encore par temps couvert, de façon à éviter le refroidissement provoqué par une évaporation intense et la détérioration des feuilles des arbres.

PHOTOS 60 A 65

5.3.3.3.1 Calendrier des besoins en eau

Les besoins en eau varient en fonction du cycle végétatif du champignon, malheureusement celui-ci est mal connu pour la truffe de Bourgogne et les dates de formation des primordiums, de grossissement des truffes et de maturité ne sont qu'hypothétiques. Après les phases de naissance, de grossissement et de maturité présumée, il faut veiller au dessèchement du sol.

On préconise des besoins assez ponctuels jusqu'en mai puis beaucoup plus importants durant les mois de juin, juillet, août et septembre.

5.3.3.3.2 Quantité d'eau à apporter **(24)**

La quantité d'eau à apporter est fonction des conditions climatiques régionales, de la texture et du pouvoir de rétention du sol, de l'évapotranspiration et des exigences des plants truffiers.

Cette quantité n'est pas connue avec précision. On se base sur un apport de 60 à 90 mm d'eau par mois en « terrain nu » en tenant compte bien sûr de la pluviométrie naturelle durant les mois de juin à septembre. Il vaut mieux arroser moins à la fois et plus souvent, généralement 15 mm toutes les semaines, ceci pour éviter un risque d'asphyxie du sol en cas d'apport excessif en eau.

Sur les noisetiers, l'irrigation provoque une croissance importante, ce qui multiplie les interventions de taille. D'autre part, cette irrigation provoque la poussée importante

PHOTO 60 : Goutteur irriguant un jeune plant (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 61 : Irrigation d'une jeune plantation de noisetiers truffiers avec un enrouleur (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 62 : Irrigation de truffière avec un micro-aspersoir (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 63 : Irrigation à la tonne à eau (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 64 : Irrigation par microarroseurs dans une plantation de noisetiers mycorhizés (Photo : G. CHEVALIER) **(11)**

PHOTO 65 : Irrigation avec des moyens de fortune, une tonne à eau reliée à la prise de force du tracteur (Photo : G. CHEVALIER) **(11)**

d'adventices qu'il faudra traiter par un désherbage chimique.

Il existe un moyen utilisé pour connaître les besoins en eau : le tensiomètre. Ce tensiomètre se compose d'un tube rempli d'eau au bout duquel se situe une bougie poreuse, qui sera placée dans le sol, et qui peut laisser passer l'humidité dans le sens tube-sol ou sol-tube. Ce tube est surmonté d'un manomètre qui enregistre la dépression occasionnée par le sol sec qui tire à travers la porosité de la bougie l'eau située à l'intérieur du tube. Quand le sol tire l'eau de la colonne, c'est qu'il faut apporter de l'eau. On utilise ce tensiomètre en cas de forte sécheresse.

FIGURE 32

5.3.3.4 Fertilisation **(29)**

La fertilisation a pour but de maintenir un bon équilibre entre la croissance de l'arbre et de celle du champignon. Elle doit être effectuée après une analyse du sol. Le conseil à donner est de corriger les sols en cas de déséquilibre important, sous forme de fumure de fond, puis de les rectifier en fonction des prochaines analyses sous forme de fumures d'entretien.

Les produits préconisés par l'I.N.R.A. sont les suivants : les amendements calcaires, le calcaire broyé ou carbonate double de calcium et de magnésium, les fertilisants pour rééquilibrer les sols carencés (carence en oxyde de potassium (sulfate de potasse ajouté), en magnésie (dolomie : carbonate double de calcium et de magnésium), en oxyde de potassium et magnésie (patentkali : sulfate double de potassium et magnésium), en anhydride phosphorique (phosphates naturels, phosphates bicalciques peu solubles ou super phosphates), en oxyde de potassium et anhydride phosphorique (scories potassiques), en anhydride phosphorique et magnésie (phosphal : engrais phosphaté fabriqué à partir de phosphate naturel de calcium et d'aluminum), en matières organiques (fumier bien décomposé ou engrais neutres ou alcalinisants)).

En cas d'une carence en azote, on peut la corriger par un apport en ammonitrate, en engrais organique riche en azote ou en urée.

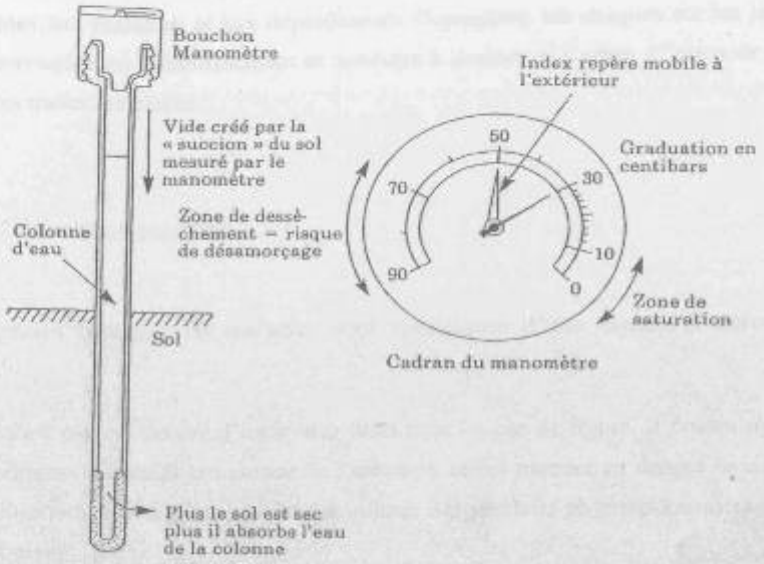


FIGURE 32 : Principe de fonctionnement du tensiomètre D.T. 1000 (d'après GIRAUD, 1988) **(24)**

Les effets de ces fertilisants ne sont pas connus avec certitude et certains peuvent être néfastes.

5.3.3.5 Maladies et déprédateurs **(6) (21)**

Les essences utilisées généralement en trufficulture sont des espèces rustiques donc peu sensibles aux maladies et aux déprédateurs. Cependant, les attaques sur les jeunes plants peuvent provoquer un affaiblissement et conduire à la mort de l'arbre. C'est pour cette raison qu'il faudra traiter les plants.

5.3.3.5.1 Principaux parasites

Certains parasites ou maladies sont spécifiques d'une espèce, d'autres sont plus généraux.

Il n'est pas nécessaire d'intervenir dans tous les cas de figure. Il faudra se limiter aux attaques compromettant la croissance de l'arbre ou celles mettant en danger la vie de l'arbre. En cas de traitement des plants, il faudra utiliser des produits phytosanitaires conformes à la réglementation.

Les atteintes les plus fréquentes sur toutes les espèces sont celles dues à l'oïdium qui se caractérise par un feutrage blanc sur la face interne des feuilles et qui provoque un arrêt végétatif. L'oïdium du chêne (*Microsphaera alphitoides*) est surtout néfaste aux jeunes plants. On ne traitera donc que les jeunes chênes en utilisant des produits de contact (*dinocap*) ou préventifs (*soufre*) qui ne sont pas préjudiciables aux mycorhizes.

La bactériose du noisetier (*Xanthomonas corylina*) peut provoquer une mortalité importante. Elle est due à la colonisation du plant par la bactérie après lésion. On observera des nécroses brunes à l'extrémité des tiges et sur les nœuds. Sur les pousses latérales herbacées apparaissent des chancres centrés sur les bourgeons annulés. L'écorce peut être craquelée en surface, longitudinalement. C'est une maladie contagieuse. On traitera

préventivement au moment de la chute des feuilles ou après un gel de printemps intense par des produits cupriques. Le seul traitement curatif est la suppression et le brûlage des rameaux porteurs de chancres.

Le chancre du chêne (*Phomopsis sp.)* est à l'origine d'une augmentation du volume des branches qui éclatent, en formant des crevasses. Au-dessus, les branches sèchent et meurent. En dessous, de nouvelles branches apparaissent en formant un broussin. Le parasite n'attaque que les plants affaiblis par la sécheresse, c'est pourquoi la lutte consiste à apporter de l'eau pour éviter toute déshydratation de l'arbre. Les branches qui portent des chancres devront être éliminées.

Les insectes peuvent également provoquer des dégâts mais on agira seulement en cas de forte invasion risquant de mettre en péril la survie de l'arbre (ex : Bombyx disparate (*Lymantria dispar*) ; Bombyx cul-brun (*Euproctis chrysorrhea*)). Dans ce cas, la lutte pourra être effectuée à l'aide d'insecticides biologiques (*Bacillus thuringiensis*) ou à défaut de *deltaméthrine* ou de *diflubenzuron*.

D'autres parasites sont beaucoup moins importants :

Les chenilles de la tordeuse verte du chêne (*Tortix viridina*) qui plient les feuilles en cornet. On traitera l'arbre comme pour l'invasion par des chenilles défoliatrices.

Les zeuzères (*Cerambix sp.*) sont de petits capricornes (coléoptères de la famille des Cérambycidés). Ils creusent des galeries dans les branches et le tronc des chênes provoquant la mort du tronc ou des branches au-dessus de l'emplacement de la galerie. On ne pourra traiter qu'en éliminant les rameaux atteints.

Les cochenilles à bouclier ou lécanines s'attaquent, elles, aux rameaux des chênes en absorbant la sève et donc en provoquant un dessèchement de l'arbre. On traitera le plant en fin d'été ou en fin d'hiver avec de l'*oléoparathion*.

Les cynipidés sont de petits hyménoptères qui pondent leurs œufs dans les bourgeons, feuilles ou racines provoquant des galles. On traitera l'arbre au *phosalone* lors du débourrement ou de la formation des feuilles.

Le phytope du noisetier (*Phytopus avellanae*) est un acarien qui provoque le grossissement du bourgeon en le transformant en galle. On le traitera au printemps à l'*endosulfan*.

La saperde (*Oberca linaris*) est un coléoptère dont la larve creuse des galeries dans les rameaux provoquant le dessèchement de l'arbre. On traitera l'arbre dès l'apparition de la maladie par la *phosalone*.

La tenthrède (*Cossus septentrialis*) est la larve d'un hyménoptère qui dévore les feuilles des noisetiers. On la détruira par la *phosalone*.

Enfin, certains pucerons attaquent les noisetiers. Pour les combattre, on utilisera *Bacillus thuringiensis* ou de la *deltamétrine*.

On a maintenant fait le point sur les ennemis de l'arbre. Il existe également des prédateurs s'attaquant à la truffe qui vont également nécessiter certaines interventions :

Les limaces horticoles s'enfoncent dans le sol et se nourrissent des truffes pendant la saison froide. On réduira ces populations en utilisant du *bensultap*, *mercaptodimétur*, *métaldéhyde* ou *thiodicarbe* appliqué directement sur le sol à la fin de l'été.

Les petits rongeurs, mulots et campagnols, sont également très attirés par les truffes pour s'en nourrir. On essaiera de les éliminer en introduisant des appâts empoisonnés directement dans les galeries.

Les dégâts provoqués par les Liodes (*Liodes cinnamomea*) ou par les mouches à truffes (*Suilla sp.*) peuvent avoir eux une incidence sur la qualité des truffes. Cependant, aucun insecticide n'est autorisé pour lutter contre ces parasites. On peut recommander un travail du sol plus profond qui aboutit à un développement des truffes plus en profondeur, ce qui les protège des parasites.

PHOTO 66

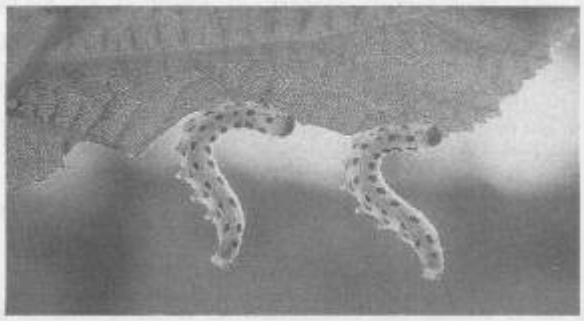


PHOTO 66 : Larves de Tenthrèdes dévorant le feuillage d'un noisetier truffier (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

5.3.3.6 Suivi de la qualité de la mycorhization **(23)**

L'entrée en production d'une truffière est plus ou moins rapide, de 3-4 ans à 9-10 ans. Pendant ce temps, bon nombre de trufficulteurs vivent cette attente en « aveugle » en espérant que le développement de la truffe se déroule correctement. Or, si la qualité de la mycorhization se dégrade, il y a des moyens pour réagir. C'est pourquoi il faudrait effectuer un suivi de la mycorhization.

5.3.3.6.1 Vérification de l'état de la mycorhization

Il faut pour se faire prélever un échantillon des racines et les faire analyser. Cette analyse doit se faire par un technicien compétent. Celui-ci attribue une note après un examen détaillé à plus ou moins fort grossissement. Cette note indique l'intensité de mycorhization par la truffe. Il peut également signaler si la racine est mycorhizée par d'autres espèces ectomycorhiziennes susceptibles d'entrer en compétition avec la truffe.

Il faut réaliser un à cinq prélèvements dans différentes directions à des distances compatibles avec son âge et sa taille (le front de mycorhization s'éloigne de 20 cm par an). Le prélèvement doit être effectué sur des racines situées à une profondeur de 5 à 15 cm.

Pour avoir une idée exacte de l'état de mycorhization d'une truffière, un minimum de 10% des plants truffiers devra être examiné.

5.3.3.6.2 Interprétation des analyses

Les notes données par les techniciens vont de zéro à cinq, selon le barème proposé par CHEVALIER et GRENTE, 1978. Une notation supérieure à deux sur plus de la moitié de la plantation fait preuve d'un bon état de mycorhization de la plantation. Des notes maximales

de zéro à deux sur l'ensemble des échantillons indiquent, elles, une mycorhization insuffisante.

Dans le cas d'une mycorhization insuffisante, une vérification du pH du sol et du taux de calcaire actif devront être effectuées afin d'apporter des corrections éventuelles.

Notation :

0 : pas de mycorhize de truffe ou mycorhization par la truffe nulle.

1 : rares mycorhizes de truffe ou mycorhization par la truffe très faible.

2 : quelques mycorhizes de truffe ou mycorhization par la truffe faible.

3 : quantité moyenne de mycorhizes de truffe ou mycorhization par la truffe moyenne.

4 : nombreuses mycorhizes de truffe ou mycorhization par la truffe forte.

5 : très nombreuses mycorhizes de truffe ou mycorhization par la truffe intense.

L'écart entre chaque degré n'est pas uniforme, et on ne peut assimiler cette notation à un pourcentage. En conséquence, on pourra très bien avoir, au niveau d'un échantillon, une somme de notations (plusieurs types) supérieure à cinq.

5.3.3.6.3 Complément d'inoculation

Dans le cas d'une mycorhization insuffisante, une réinoculation peut s'avérer utile. On utilise pour ce faire des truffes mûres, broyées finement que l'on mélange au moment de l'emploi à de la terre fine. On va ensuite mettre à nu les racines de l'arbre hôte puis appliquer le mélange sur les racines et recouvrir enfin par la terre de plantation. La période adéquate pour effectuer cette opération est le printemps. On peut utiliser pour cette opération des truffes récoltées l'hiver ou l'automne précédant qui ont pu être conservées, séchées ou congelées.

Cette opération peut être effectuée à l'aide d'un instrument aratoire en ensemençant par exemple des surfaces d'un quart de m² avec deux litres de mélange. Cependant, cette

technique est très consommatrice de truffes et les résultats ne sont pas toujours intéressants. Le remplacement des plants insuffisamment mycorhizés peut s'avérer plus rentable.

L'expérience des trufficulteurs montre qu'en matière d'entretien des plantations, il y a un véritable fossé entre la théorie et la pratique. Pour beaucoup d'entre eux, l'entretien consiste à faucher l'herbe, utilisation d'engins comme rotavator, canadien pour travailler le sol. Il n'y en aucun qui a recours à l'irrigation. Aucun non plus n'utilise de fertilisants pour enrichir le sol, ni de produits phytosanitaires destinés à la lutte contre les principales maladies ou déprédateurs, ne sachant pas très bien l'influence que peuvent avoir ces produits sur le champignon. Par contre, une trufficultrice, m'a dit que l'analyse de la mycorhization pouvait être intéressante en cas de diminution importante de la production, afin de remplacer les arbres.

5.4 Variations *T. uncinatum / T. melanosporum*

On a remarqué que *Tuber uncinatum* était retrouvé difficilement dans la zone de production de *Tuber melanosporum*. A quoi sont dues ces variations ?

Des études ont montré que ces variations étaient dues à des critères d'ordre climatique et géologique.

5.4.1 Géologie

Les variations entre les sols produisant *Tuber melanosporum* et *Tuber uncinatum* sont essentiellement d'ordre chimique. En effet, la texture n'a qu'une importance minime.

	*Tuber melanosporum**	*Tuber uncinatum*
Terre fine %	25-99	-
	% Terre fine	
Argile	7.2-45.8	13.6-63.6
Limon fin	3.5-53.3	11.3-49.7
Limon grossier	2.6-36.2	6.0-26.6
Sable fin	4.3-63.2	1.7-15.1
Sable grossier	0.5-70.0	0.6-54.0
PH	7.8-8.35	7.1-8.0
	‰ Terre fine	
Matières organiques	8-83	44-211
C	4.7-50	28.99-155.65
N	0.46-5.22	3.44-7.63
C/N	8.57-13.7	8.43-20.4
	‰ Terre fine	
CaCO3 total	Traces-738	4-710
Calcaire actif	10-181	
Ca échangeable	4.75-13.5	
Mg échangeable	0.05-0.52	0.23-2.80
K échangeable	0.04-0.50	0.16-0.90
Na échangeable	0.008-0.038	
P2O5 assimilable (Joret Héberi)	0.006-0.98**	0.02-0.8
P2O5 total	0.555-2.531	

* : selon DELMAS (1981)

** : une valeur très supérieure aux autres

Tuber melanosporum se développe plus aisément dans un sol à texture équilibrée, avec peu de matières organiques mais plus évoluées. Un paramètre important également à ressortir de ce tableau concernant cette truffe est le calcium échangeable : une teneur nulle rend impossible la production de truffes.

Tuber uncinatum préfère les sols un peu plus lourds. Il possède une plus grande tolérance.

En ce qui concerne la lourdeur du terrain, Pierre SOURZAT, lors d'une conférence, a montré quelle influence pouvaient avoir les animaux sur la production truffière. Les moutons et les chevaux donnent des fumiers secs et chauds qui se décomposent très bien et alourdissent

le terrain, contrairement aux bovins et aux porcs qui donnent des fumiers aqueux et froids, qui se décomposent moins, ainsi il est un peu plus léger.

Lors de l'analyse du sol, selon les valeurs obtenues, le technicien rendra une conclusion quant à la possibilité du sol à héberger le champignon.

5.4.2 Climat

On l'a vu, *Tuber uncinatum* se rencontre principalement dans des climats continentaux ou semi-continentaux. *Tuber melanosporum* sera, elle, essentiellement retrouvée entre le 40ème et le 47ème parallèle Nord c'est-à-dire entre la partie allant du centre de la France au centre de l'Italie et de l'Espagne.

5.4.2.1 Pluviométrie

Si *Tuber uncinatum* a besoin d'une quantité importante d'eau pendant la période estivale (~90 mm/mois), ce n'est pas le cas de *Tuber melanosporum* qui a des besoins limités pendant les mois de juin et juillet, des précipitations de 30 à 50 mm par mois pouvant suffire. En revanche en août, période où le carcophore subit une phase de développement exponentielle, le besoin en eau est assez important. Comme *Tuber uncinatum*, un excès d'eau en automne et en hiver sera néfaste pour le champignon.

5.4.2.2 Température

Contrairement à la truffe de Bourgogne qui aime les températures modérées, la truffe du Périgord supporte très bien les fortes températures estivales. Par contre, c'est un champignon gélif, c'est pourquoi des gelées (<-10°C) continues pendant plusieurs jours peuvent provoquer des dégâts considérables. La truffe de Bourgogne peut, elle, résister un peu

plus longtemps à ces faibles températures grâce à son acclimatation au climat continental et semi-continental.

5.4.2.3 Insolation

La truffe du Périgord, contrairement à la truffe de Bourgogne, demande une insolation importante et un ombrage peu important. C'est un paramètre à prendre en compte lors de la création de truffières. Il faudra donc faire se développer les arbres pour qu'ils ne créent pas trop d'ombre et on espacera les rangées de façon plus importante par rapport à la truffe de Bourgogne, afin de laisser passer plus facilement les rayons du soleil.

L'exposition idéale des truffières à *Tuber melanosporum* sera donc une exposition Sud, Sud-Est, qui sont des expositions plus ensoleillées.

5.4.3 Conclusion

Toutes ces variations font donc de notre région Lorraine, Champagne-Ardenne, une région peu propice au développement de *Tuber melanosporum*, essentiellement dû au sol, aux températures trop basses l'hiver et à l'insolation trop insuffisante.

A noter également, dans un registre qui ne relève ni de la géologie, ni du climat, que les plantations à *Tuber melanosporum* brûlent plus que les plantations à *Tuber uncinatum*.

VI. Conclusion

J'espère que ce travail pourra servir à faire découvrir aux curieux ces champignons, sûrement les plus chers du marché, mais également des plus mystérieux (il paraîtrait même qu'ils auraient des vertus aphrodisiaques !!!) . Leur goût inimitable a depuis longtemps éveillé la curiosité des plus grands chefs **(11) (13)**. Les gourmands pourront s'en procurer sur des marchés spécialisés où les spécimens vendus doivent répondre à des normes précises (**Annexe 2**).

J'espère également qu'il pourra aider des personnes désireuses d'installer une truffière chez eux ou d'élever leur chien en vue d'aller caver en forêt. Mais il ne faut pas voir uniquement l'aspect lucratif dans de telles initiatives. Tous les trufficulteurs que j'ai rencontrés l'ont tout d'abord fait par passion et les truffières ne sont pas actuellement rentables financièrement. Nous ne sommes qu'aux prémices de la trufficulture. Les trufficulteurs actuels sont encore des alchimistes. En effet, si cette pratique existe depuis environ 200 ans, les études et expériences sur le sujet n'ont vraiment débuté que depuis le début des années 1970 et de la même manière que les techniques agricoles actuelles résultent des travaux réalisés pendant plusieurs millénaires, il est fort à penser que l'on ne maîtrisera la trufficulture que dans plusieurs dizaines d'années. Mais il ne faudrait pas que ce « diamant » devienne banalisé.

Enfin, pour terminer, en tant que pharmacien issu des bancs de la faculté, je soulignerais que ce sujet n'est pas totalement sans rapport avec l'art pharmaceutique. Ainsi, le « brûlé » formé autour des arbres producteurs serait dû à la production d'antibiotiques par la truffe qui provoquerait une inhibition de la végétation autour de l'arbre. A l'heure actuelle, on ne sait pas quelle est cette substance qui pourrait bien avoir des propriétés intéressantes en thérapeutique.

PHOTO 67 : La pesée des truffes au marché de Cahors (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 68 : La Docte collège de la truffe et du foie gras, en 1982, à l'écomusée de Sorges (Photo : P. SOURZAT) **(27)**

PHOTO 69 : Truffes noires et laitues asperges rôties sur une fondue de chénopode blanc, un bouillon de poule émulsionné **(13)**

Annexes

PHOTO 70 : Longe de veau à la purée de pomme de terre aux truffes de Bourgogne (Photo : A. RIVIERE) **(11)**

Annexes

Annexe 1 : Les produits phytosanitaires

1. Législation et catégories d'homologation

Les produits phytosanitaires utilisables sont soumis à une réglementation stricte. On ne peut utiliser que les produits ayant reçu du ministère de l'agriculture une autorisation. Cette autorisation se traduit par une homologation, parfois une autorisation provisoire de vente (A.P.V.) ou une norme. Cette autorisation est matérialisée sur l'étiquette du produit par un numéro.

L'homologation n'est délivrée que pour une culture déterminée suivant l'arrêté du 5 Juillet 1985. Cet arrêté interdit tout usage non explicitement indiqué sur l'étiquette du produit. La responsabilité des utilisateurs, des applicateurs et des prescripteurs est engagée en cas d'infraction.

Il n'existe pas de catégories d'emploi pour la trufficulture mais les plantations truffières peuvent être considérées comme des vergers ou des plantations forestières. On utilisera donc des produits homologués pour l'arboriculture fruitière ou forestière, qui ont fait leurs preuves en trufficulture auprès des expérimentateurs et des professionnels. Il sera également possible d'utiliser des spécialités homologuées dans les catégories « traitements généraux » en particulier « avant mise en culture » et « toutes cultures ».

Dans tous les cas de figure, il faudra que soit respectée l'absence d'effet nocif des produits utilisés sur la mycorhization et les teneurs maximales en résidus compatibles avec les normes en vigueur.

2. L'application : quelques recommandations

L'application des produits sanitaires devra s'effectuer avec le plus grand soin. Les doses doivent être scrupuleusement respectées.

Pour les produits utilisés en phase liquide, l'application de la bouillie diffère entre les herbicides et les autres produits.

Dans le cas des herbicides, la bouillie doit être déposée en gouttelettes réparties de façon parfaitement homogène sur la surface de la végétation à traiter.

Les applications dirigées doivent réduire au minimum les risques de projections sur les feuilles ou sur les tiges des jeunes arbres, d'embruns ou de vapeurs incontrôlables, qui risquent d'endommager ou même de détruire les plants truffiers. On doit pouvoir déterminer visuellement les limites exactes du jet de bouillie.

Ces contraintes nécessitent donc l'emploi d'un matériel adapté, un appareil permettant une pression constante n'excédant pas les 2 bars, une rampe de désherbage ou lance munie de buses adaptées au désherbage et des caches de protection placés en extrémité de lance ou de rampe.

Quand les plants sont de petites tailles, il est nécessaire d'utiliser une lance manuelle munie d'une buse de désherbage pour désherber le pourtour des plants. Attention, il ne faudra pas désherber jusqu'au pied des plants, on complètera ensuite par un désherbage manuel au pied des plants. Pour les plants de plus grandes tailles, on pourra s'approcher plus près du pied en évitant les projections d'herbicides systémiques sur la tige. Il est préférable de tailler quand la végétation est encore courte. Avant l'application du produit, il est nécessaire de tailler les rameaux et les branches qui seraient placés dans le champ de pulvérisation de l'herbicide.

Si on veut traiter l'interligne à l'aide d'une rampe de traitement, il faut au préalable désherber la ligne de plantation.

L'application de l'herbicide doit se faire en absence totale de vent et à une température ne favorisant pas la formation de vapeurs qui pourraient favoriser les projections sur les plants.

Dans le cas des fongicides, insecticides et acaricides, on applique généralement la bouillie sur le feuillage des arbres ou plus rarement sur l'écorce du tronc et des branches dans le but d'atteindre directement les cibles avec des produits de contact ou d'atteindre les tissus foliaires dans le cas de l'application d'un produit systémique. La réussite du traitement est ainsi liée à une dispersion de la pulvérisation permettant un maximum de points d'impacts,

c'est pourquoi on va pulvériser sous forme d'un brouillard de fines gouttelettes. Pour ce faire, il faut avoir un matériel adapté, un pulvérisateur dorsal à pression équipé d'une lance munie de buses à jet conique, à turbulence ou porté sur un tracteur produisant un brouillard porté sur jet d'air. La finesse des gouttelettes les rend sensibles au vent les transportant à quelques centaines de mètres.

Dans tous les cas, il faut traiter par temps calme et par une température modérée.

3. Produits phytosanitaires utiles

3.1 Herbicides

Ils ne sont efficaces sur les plantes que par voie foliaire ou par pénétration corticale. Ces produits n'ont aucun effet une fois qu'ils sont sur le sol, par conséquent ni sur les racines ni sur les mycorhizes.

- *Glufosinate ammonium*

C'est un herbicide qui agit par contact avec les tissus chlorophylliens qu'il dessèche.

Il agit sur les plantes annuelles, les plantules des espèces pérennes. Par contre, il rabat sans les détruire les espèces pérennes bien installées.

Il s'applique en traitement dirigé.

Spécialités : BASTA F1® ; FINAL EV 150®

- *Paraquat*

Il agit par contact sur les parties vertes de la plante qu'il dessèche.

Il lutte contre les plantes annuelles et les plantules des espèces pérennes. Il dessèche sans les détruire les espèces pérennes bien installées.

Il a une très grande toxicité par ingestion accidentelle et il est dangereux pour les lièvres. A 800g/ha, il est utilisé comme désherbant, à 200 g/ha, il est utilisé dans le traitement des gourmands du noisetier.

Spécialités : SPEEDER® ; GRAMOXONE PLUS®

- *Glyphosate*

Il agit par pénétration au niveau des feuilles et des tiges et bloque les biosynthèses après transport à travers le végétal.

Il est utilisé dans la lutte contre la plupart des espèces pérennes ou annuelles. Il est plus efficace en période de croissance active c'est à dire au printemps ou pendant le ralentissement de la croissance à la fin de l'été.

On l'utilise en application dirigée. Les doses à appliquer vont de 540 à 4320 g/ha à falloir définir suivant de nombreux paramètres.

Spécialités : ROUNDUP® (360 g/l) ; NOMIX HG® (142 g/l)

Les dernières publications sur ce sujet montrent que malgré tous les avantages que présente ce produit en tant qu'herbicide, il agirait également en détruisant la population de vers présente dans le sol, dont on sait qu'elle est importante pour le développement de la truffe. Donc, cela va peut-être remettre en question l'utilisation de ce produit.

- *2,4D*

Il agit par pénétration au niveau des feuilles et des tiges comme le *glyphosate* et ensuite agit sur les méristèmes après transport à l'intérieur du végétal. Son action est caractéristique et de type hormonal.

Il est utilisé pour lutter contre les dicotylédones herbacées et il est sélectif des graminées.

On l'utilise en application dirigée.

Spécialités : DAM® (400 g/l) ; WEEDAR® (410 g/l)

- *Triclopyr*

C'est un herbicide qui a exactement le même mode d'action que le *2,4-D*.

Il est efficace pour lutter contre les dicotylédones herbacées et ligneuses, mais par contre, il est totalement inefficace sur les graminées. On l'utilise généralement lors de la préparation du terrain à 960 g/ha.

Spécialités : CEPTRAL Forêt® (480 g/l) ; GARLON 4 EF® (480 g/l) ; GARLON 2 Désherbant ® (240 g/l)

3.2 Fongicides

- *Dinocap*

C'est un fongicide de contact qui est efficace sur tous les oïdiums.

Il a une action préventive et curative.

On l'utilise pour exemple à 17,5 g/l pour lutter contre les oïdiums d'arbres fruitiers.

Spécialités : KARATHANE LC®

- *Mancozèbe*

Comme le dinocap, c'est un fongicide de contact qui inhibe la germination des spores.

On l'utilise pour lutter contre les rouilles des arbres fruitiers.

Spécialités : PENNFLO® ; PENNCOZEB® ; DITHANE M 45®; SANDOZEBE®

- *Soufre micronisé*

C'est un fongicide minéral qui agit par vapeurs.

On l'utilise pour lutter contre les oïdiums de nombreuses espèces ligneuses. Il faut faire attention lors de son utilisation car il peut provoquer des brûlures du feuillage en cas de

températures élevées. Pour lutter contre les oïdiums des arbres fruitiers, on l'utilise à 6000 g/ha ou à 600-750 g/hl.

Spécialités : MICROLUX® ; PLANTISOUFRE®

- *Produit cuprique*

C'est un produit fongicide et bactéricide qui agit par contact.

On l'utilise en traitement préventif pour empêcher la pénétration de l'agent infectieux dans la plante (ex : bactériose du noisetier). Il est également intéressant dans la protection des plaies de taille ou pour prévenir les chancres.

Spécialités : BOUILLIE BORDELAISE RSR®

3.3 Insecticides et acaricides

- *Bacillus thuringiensis*

C'est le seul insecticide biologique présent sur le marché à base de bactéries et qui agit par ingestion.

Il lutte contre les chenilles défoliatrices, la tordeuse verte du chêne, les chenilles processionnaires, les pucerons, les zeuzères, ...

Spécialités : DIPEL® ; BIOBEST BT® ; BACTOSPEINE PM®

- *Deltamétrine*

C'est un insecticide agissant par contact et par ingestion.

On l'utilise pour lutter contre les chenilles défoliatrices, processionnaires et tordeuses, les pucerons verts, les pucerons jaunes et les zeuzères.

En culture sur les noisetiers, on l'utilise à 0,75 g/hl.

Spécialités : DECIS® ; K-OTHRINE Forêt®

- *Diflubenzuron*

C'est un insecticide agissant sur les larves par ingestion en inhibant la formation de la cuticule au moment des mues, et par contact sur les œufs.

Il aide à lutter contre les chenilles défoliatrices, les processionnaires et les tordeuses. Il s'applique sur les pontes ou aux stades larvaires jeunes à 75 g/ha.

Spécialités : DIMILIN® ; DIMILIN F® ; ARBOFOG PM®

- *Endosulfan*

C'est un insecticide qui agit par contact et ingestion et partiellement par vapeurs.

Il est efficace dans la lutte contre les insectes et certains acariens.

Il est dangereux pour le gibier et les poissons. Son intérêt réside dans la lutte contre le phytope et contre les insectes qui forent des galeries comme les scolytes. On l'utilise à 61,25 g/hl au niveau des arbres fruitiers.

Spécialités : TECHN'UFAN®

- *Lambda-cyhalothrine*

C'est un insecticide agissant par contact et ingestion efficace sur de nombreux insectes.

On l'utilise pour lutter contre les chenilles défoliatrices, les tenthrèdes, les pucerons verts ou jaunes, les punaises.

On l'utilise à des doses de 0,75 à 1,25 g/hl pour les insectes présents sur les arbres fruitiers.

Spécialités : KARATE®

- *Merthidation*

C'est un insecticide agissant par contact, ingestion et inhalation efficace sur de nombreux insectes et acariens.

Il est dangereux pour les oiseaux, la faune aquatique et les insectes auxiliaires, son intérêt réside dans la lutte contre les cochenilles. Dans cette lutte contre les cochenilles, on l'utilise à la dose de 40 g/hl.

Spécialités : ULTRACIDE 20 bouillie® ; ULTRACIDE 20 liquide®

3.4 Molluscicides

- *Bensultap*

Ce molluscicide est actif sur les limaces après ingestion par une action neurobloquante irréversible.

Spécialités : MALICE®

- *Mercaptodiméthur*

Ce molluscicide agit après ingestion ou contact par un effet neurotoxique sur les limaces et les escargots, voire même sur certains arthropodes.

Il est dangereux pour les poissons et le gibier et est utilisé sous forme d'appât en prenant soin d'y associer un répulsif pour les chiens et les chats.

Spécialités : MESUROL RF®

- *Métaldéhyde*

Ce molluscicide agit comme les autres après ingestion ou contact. Il provoque un engourdissement, puis une déshydratation chez le gastéropode (limaces et escargots).

Spécialités : nombreuses

- *Thiodicarbe*

Comme tous les molluscicides, celui-ci agit également après ingestion ou contact. Il intervient au niveau de la transmission nerveuse et est efficace aussi bien sur les limaces que sur les escargots.

Il est dangereux pour la faune aquatique et s'utilise sous forme d'appâts.

Spécialités : SKIPPER® ; SLOGGY®

3.5 Rodonticides

- *Bromadione*

C'est un anticoagulant provoquant des hémorragies spontanées et incurables dans le corps du rongeur. Elle est dangereuse pour le gibier et est utilisée pour lutter sous forme d'appâts contre le campagnol provençal et le campagnol terrestre. Par contre la lutte contre le campagnol terrestre est réglementée et ne peut être effectuée que par des groupements de défense.

Spécialités : SUPER CAID AS Appâts®

- *Chlorophacinone*

C'est un anticoagulant provoquant des hémorragies spontanées incurables dans le corps du rongeur.

Elle est dangereuse pour le gibier et est utilisée en appâts pour lutter contre les campagnols et les mulots.

Spécialités : OPERATS® ; PATTON® ; RIMITOX®

Annexe 2 : *Norme « Truffes Fraîches »* (3)

Article I :

Le présent accord interprofessionnel a pour objet de définir une norme Truffes Fraîches, afin d'améliorer la qualité des truffes, ascocarpes provenant des champignons du genre *Tuber*, produites en France.

Article II :

1. Espèces

Les espèces de truffes récoltées en France sont autorisées à la commercialisation sous l'appellation suivante :

- *Tuber melanosporum Vitt.*, parfois dénommée *Tuber nigrum Bull.* usuellement dénommée « truffe noire », « truffe noire du Périgord », « truffe du Périgord ».

- *Tuber brumale Vitt.*, usuellement dénommée « truffe brumale » et *Tuber brumale Vitt. var moschatum Ferry de Bellone* usuellement dénommée « truffe musquée ».

- *Tuber aestivum Vitt.*, usuellement dénommée « truffe de la St-Jean », « truffe d'été », « truffe blanche d'été ».

- *Tuber uncinatum Chatin*, usuellement dénommée « truffe de Bourgogne ».

- *Tuber mesentericum Vitt.*, usuellement dénommée « truffe mésentérique ».

Leurs caractéristiques botaniques et organoleptiques sont précisées en annexe.

2. *Dispositions concernant la qualité*

A. *Caractéristiques minimales*

Dans toutes les catégories indépendamment des dispositions particulières prévues pour chaque catégorie et des tolérances admises les truffes doivent :

- avoir l'odeur, la saveur et la couleur, caractéristiques de l'espèce
- avoir une maturité suffisante, telles que les truffes répondent aux exigences commerciales au lieu de destination
- être fermes au toucher
- être propres, brossées ou lavées, sans trace de terre
- être exemptes de parasites et de matières étrangères
- être exemptes de pourriture et d'altération par le gel
- être exemptes d'humidité extérieure anormale
- avoir une masse supérieure ou égale à cinq grammes.

B. *Classification*

Sont dénommées :

- Truffes entières, les truffes dont l'ascocarpe (corps) est entier, indemne de toutes cassures et coupures.
- Morceaux de truffes, les truffes qui ne rentrent pas dans la définition précédente. Les coupes doivent être franches et fraîches d'exécution.

Les truffes entières et les morceaux de truffes font l'objet d'une classification en trois catégories définies ci-après :

a. Catégorie « extra »

Seules les truffes entières de qualité supérieure sont classées dans cette catégorie.

De plus, elles doivent :

- présenter les caractéristiques de l'espèce
- avoir une forme arrondie, plus ou moins régulière et lobée
- être exemptes de détériorations de prédateurs

Elles ne doivent pas présenter de défauts, à l'exception de :

- très légères altérations superficielles
- très légers défauts d'aspect
- très légers défauts de forme
- très légers défauts de couleur.

A condition que ceux-ci ne portent pas atteinte à l'aspect général du produit, à sa qualité, à sa conservation ou à sa présentation.

b. Catégorie « 1 »

Seules les truffes entières de bonne qualité sont classées dans cette catégorie. Elles peuvent toutefois comporter les légers défauts suivants, à condition que ceux-ci ne nuisent ni à l'aspect général du produit, ni à sa qualité, ni à sa conservation, ni à sa présentation :

- légers défauts de forme, d'aspect et de couleur
- légères meurtrissures superficielles
- légères détériorations de prédateur.

c. Catégorie « 2 »

Entrent dans cette catégorie :

- les truffes entières n'entrant pas dans les catégories supérieures à condition de respecter les caractéristiques minimales

- les morceaux de truffes répondant aux caractéristiques minimales.

1. Dispositions concernant les calibres

Le calibre est déterminé par la masse unitaire des truffes ou morceaux de truffes.

- Les truffes entières classées en catégorie « extra » doivent avoir une masse supérieure ou égale à vingt grammes.

- Les truffes entières classées en catégorie « 1 » doivent avoir une masse supérieure ou égale à dix grammes.

- Les truffes entières ou morceaux de truffes classés en catégorie « 2 » doivent avoir une masse supérieure ou égale à cinq grammes.

2. Dispositions concernant les tolérances

- Tolérances relatives aux espèces commercialisées :

La commercialisation séparée des espèces de truffes est obligatoire. Cependant, vu la complexité de l'analyse, il est admis pour une espèce donnée une tolérance de 2% d'espèces différentes à condition qu'elles aient été récoltées au même moment.

En aucun cas, les espèces différentes trouvées ne peuvent être des espèces non produites en France comme *Tuber indicum*.

Le canifage est conseillé à chaque incertitude.

- Tolérances relatives à la qualité :

Dans chaque catégorie, il est admis que 2% en masse de truffes ne correspondent pas aux caractéristiques de la catégorie, mais sont conformes à celles de la catégorie directement inférieure.

- Tolérances relatives à la masse :

Dans chaque catégorie, il est admis que 2% en masse de truffes ont une masse inférieure à la masse minimale prévue pour la catégorie. Les tolérances cumulées de qualité et de masse ne peuvent excéder 2% de la masse.

3. Dispositions concernant la présentation

Les espèces de truffes doivent être commercialisées séparément.

A. Homogénéité

Le contenu de chaque colis doit être homogène, ne comporter que des truffes de même origine, espèce et qualité et sensiblement de même état de maturité, développement et coloration.

La partie apparente du colis doit être représentative de l'ensemble.

Les espèces de truffes doivent être commercialisées séparément.

B. Conditionnement

Les truffes doivent être emballées de façon à assurer la protection convenable du produit. Les matériaux et notamment les papiers utilisés à l'intérieur du colis doivent être neufs, propres et de matière telle qu'ils ne puissent causer aux produits d'altérations externes ou internes. L'emploi de matériaux et notamment de papiers ou timbres comportant des indications commerciales est autorisé, sous réserve que l'impression ou l'étiquetage soient réalisés à l'aide d'une encre ou d'une colle non toxique. Les colis doivent être exempts de tout corps étranger. Les truffes doivent être obligatoirement présentées dans des emballages neufs lorsqu'elles font l'objet d'une expédition.

C. Présentation

Les truffes peuvent être commercialisées sous la forme de :

- Truffes entières.
- Morceaux de truffes.

Les deux formes de présentation des truffes doivent être commercialisées séparément en respectant les dispositions relatives au calibrage telles qu'exposées à l'article 3 de la présente norme.

4. *Dispositions concernant le marquage*

Les indications relatives au marquage telles que précisées ci-dessous :

- Doivent être apparentées lors de la présentation du produit à l'utilisateur ou au consommateur. Elles figurent sur le conditionnement ou le préemballage ou, en cas de vente en vrac, sur un écriteau, visible par l'acheteur.

- Peuvent être placées à l'intérieur du colis lors de l'expédition.

A. Identification

Emballeur et/ou expéditeur, nom et adresse ou identification symbolique, délivrée ou reconnue par un organisme officiel.

B. Dénomination du produit

- Nom usuel de l'espèce de truffe tel que prévu dans l'article 2 de la présente norme.
- Nom botanique tel que prévu à l'article 2 de la présente Norme.
- Mode de présentation : « Entières », « Morceaux ».

C. Origine du produit

- Pays.
- Département ou région de récolte.
- Eventuellement appellation régionale ou locale, marque collective.

D. Caractéristiques commerciales

- Catégorie.

E. Marque officielle de contrôle (facultative)

Article III : Dates de commercialisation

Les truffes peuvent être récoltées uniquement pendant la période définie par une date d'ouverture et une date de clôture, fixées chaque année par un avenant au présent accord. En cas de conditions météorologiques particulières, ces dates pourront être amendées par arrêté préfectoral dans les départements concernés.

Les truffes ainsi récoltées peuvent être commercialisées pendant la période de récolte et au cours des dix jours suivant la date de clôture précédemment définie. La récolte, le colportage et la commercialisation des truffes immatures sont proscrits.

Article IV : Mesures transitoires

Pendant une période transitoire s'achevant à l'échéance du présent accord, la commercialisation de truffes non brossées et non lavées est autorisée sur les marchés de gros de production de Aups, Carpentras, Lalbenque, Richerenches, Riez, Uzès et Valéas.

Pendant cette période transitoire, la commercialisation des truffes est autorisée sur les marchés de gros de production de Aups, Carpentras, Lalbenque, Richerenches, Riez, Uzès et Valéas.

a. sous une présentation « Triées » ou « Non Triées »

b. dans la présentation « Triées », il y a deux catégories :

1- Classe « 1 » qui regroupe les truffes répondant aux spécifications des catégories « Extra » et « 1 » telles que définies à l'article 2-B de la norme.

2- Classe « 2 » répondant aux spécifications des catégories « 2 » telles que définies à l'article 2-B de la norme.

Article V : Annexes (Caractéristiques botaniques et organoleptiques des espèces de truffes récoltées en France)

Article VI :

Les contrôles et prélèvements, en vue de s'assurer du respect du présent accord, sur le territoire français, dès le stade de la production et à toutes les étapes de la commercialisation, seront effectués par les agents d'Interfel ou habilités par Interfel ou dans le cadre de leurs attributions, par les agents du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, du ministère de l'agriculture et de la pêche et notamment de la Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes.

Article VII :

Le présent accord est conclu pour les campagnes 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002.

Si les conditions du marché l'exigent, Interfel s'engage à présenter dans les meilleurs délais au ministère de l'économie, des finances et de l'industrie ainsi qu'au ministère de l'agriculture et de la pêche, un avenant suspendant et/ou modifiant l'application du présent accord.

Associations Membres :

- Association française des comités économiques des fruits et légumes (A.F.C.O.F.E.L.)

- Association nationale des expéditeurs et exportateurs de fruits et légumes (A.N.E.E.F.E.L.)

- Fédération française de la coopération fruitière, légumière et horticole (F.E.L.C.O.O.P.)

- Fédération nationale des producteurs de fruits (F.N.P.F.)

- Fédération nationale de producteurs de légumes (F.N.P.L.)

- Fédération nationale des producteurs de pommes de terre et de primeurs (F.N.P.P.T.P.)

- Fédération des entreprises du commerce et de la distribution (F.C.D.)

- Union nationale du commerce de gros en fruits et légumes (U.N.C.G.F.L.)

- Union nationale des syndicats de détaillants en fruits, légumes et primeurs (U.N.F.D.)

Membres associés :

- Fédération française des trufficulteurs

Annexe 3 : Questionnaire

- Depuis quand vous intéressez-vous à la truffe, depuis quand la recherchez-vous et depuis combien de temps pratiquez-vous la trufficulture ?
- Quelles espèces essayez-vous de produire dans votre ou vos truffières ? Avec succès ?
- A quelles essences avez-vous associé le champignon, quelle est la densité de votre production, quels sont les espacements entre les arbres ?
- Quelles méthodes utilisez-vous pour récolter la truffe ? (chien, cochon, marque, ...) ?
- Si chien, quelle a été la méthode que vous avez employés pour dresser votre animal à trouver ce « diamant » ?
- Quels paramètres avez-vous examinés avec importance pour choisir l'emplacement de votre ou vos truffière(s) ? (sol, ensoleillement, pluviométrie, altitude, antécédent cultural, ...)
- Comment avez-vous préparé votre terrain ? (chimique ou non). Si utilisation de produits chimiques, pensez-vous que cela puisse avoir des conséquences sur le champignon ou la plante symbiote ?
- Comment entretenez-vous votre truffière ? (entretien du sol, entretien vis-à-vis des prédateurs, paillage)
- Avez-vous recours à l'irrigation ?
- Sur quels paramètres essayez-vous de jouer pour essayer d'améliorer votre production ?
- Quels sont les principaux problèmes que vous rencontrez dans votre truffière et pour lesquels vous n'avez pas encore trouvés de solution ?
- Dernière question : Quelle est la principale raison pour laquelle vous pratiquez la trufficulture ? (économique, passion, meilleure compréhension du champignon pour essayer d'apporter des réponses aux mystères qui se cachent derrière ce champignon, ...)

Bibliographie

1. **ADAMEC M.-F.**
   Ce qu'il faut savoir pour cultiver la truffe de Bourgogne
   (Document édité en 1992 par l'établissement public local d'enseignement et de formation agricole, Lycée Agricole de Chaumont-Choignes, BP 2089 52903 Chaumont Cedex 9)

2. **ADAMEC M.-F.**
   Compte-rendu des activités menées sur la truffière expérimentale de Chaumont en 2000
   (Document édité en 2000 par l'établissement public local d'enseignement et de formation agricole, Lycée Agricole de Chaumont-Choignes, BP 2089 52903 Chaumont Cedex 9)

3. **Association Française des Comités Economiques des Fruits et Légumes (A.F.C.O.F.E.L.), Association Nationale des Expéditeurs et Exportateurs de Fruits et Légumes (A.N.E.E.F.E.L.), Fédération Française de la Coopération Fruitière Légumière et Horticole (F.E.L.C.O.O.P.), Fédération Nationale des Producteurs (F.N.P.L.), Fédération Nationale des Producteurs de Pommes de Terre de Primeur (F.N.P.P.T.P.), Fédération des Entreprises du Commerce et de la Distribution (F.C.D.), Union Nationale du Commerce de Gros en Fruits et Légumes (U.N.C.G.F.L.), Union Nationale des Syndicats de Détaillants en Fruits, Légumes et Primeurs (U.N.F.D.)**
   Accord interprofessionnel Truffes fraîches ; 8 Octobre 1996 [consulté le 20/02/03]
   Disponible à partir de : U.R.L. :
   http://www.perso.club-internet.fr/garzanda/truffière/icadres.html

4. **BALLUREAU, LORSIN**
   La promotion de la truffe en lorraine
   (Document édité en 1981 par l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine (AMPPTL), Hôtel de ville, 55200 Commercy)

5. **BRUNEL R., OLIVIER J.-M.**
Le problème de la truffe *Tuber brumale*
Le trufficulteur français ; 2000 ; 31 ; 11-18

6. **CALLOT G.**
Ecosystème truffier, rôle de la faune du sol
Le trufficulteur français ; 1997 ; 19 ; 12-13

7. **CALLOT G.**
Le sol et les écosystèmes truffiers
Le trufficulteur français ; 2000 ; 33 ; 6-8

8. **CATTOIR G.**
L'eau en trufficulture
Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1981 ; 2 ; 11-17

9. **CATTOIR G.**
Corrélations entre la production de Truffes et les précipitations estivales
Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1983 ; 5 ; 27-37

10. **CHEVALIER G., DUPRE C., RIOUSSET G.**
Taxonomies des truffes européennes
In :
Congresso Internazionale Sul Tartufo Spoleto.2.1988 : Spoleto
Dir : Bencivenga M., Granetti B.
Spoleto : Communita Montana dei Monti Martani e del Serano : 1990 : 37-44

11. **CHEVALIER G., FROCHOT H.**
La Truffe de Bourgogne
Levallois-Perret : Edition Pétrarque : 1997

12. CRISTIANO J.-M.

A la poursuite du diamant noir, Renifleur de terre en Meuse

L'Est Magazine ; 3 décembre 2000

13. DE BORDEAUX F.

Spécial Champignons, La Truffe (Hors Série)

Boulogne Billancourt : Pratipresse S.A.R.L. : 2001

14. DEMERSON J.

Le pH des sols truffiers

Le trufficulteur français ; 1997 ; 21 ; 8-9

15. DIDIER B., ROYER J.-M.

Profils pédologiques et relevés botaniques de la truffière de Champlitte

(Document édité en 1997 par le Groupe Régional Etude Faune, Flore, Ecosystèmes (G.R.E.F.F.E.), BP 157, 52007 Chaumont Cedex)

16. DUBOIS C.

Approche de la culture protégée de la truffe de Bourgogne (*Tuber uncinatum Ch.)*

Mémoire : Enseignement supérieur agricole de plein exercice de type long et de niveau universitaire, section agriculture : Huy – Gembloux – Verviers ; 1993

17. E.N.S.S.A.A.-I.N.R.A.-I.N.R.A.P. Dijon

Le point sur les mycorhizes, Généralités sur les mycorhizes

Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1988 ; 10 ; 43-48

18. FROCHOT H.

Projet d'expérimentation sur la culture de la truffe en Lorraine, Protocole de recherche

(Document édité en 1986 par l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine (A.M.P.P.T.L.), Hôtel de ville, 55200 Commercy)

19. FROCHOT H.

Relance et développement de la trufficulture

(Document édité en 1984 par l'Association Meusienne des Planteurs et Promoteurs de la Truffe en Lorraine (A.M.P.P.T.L.), Hôtel de ville, 55200 Commercy)

20. GARZANDAT M.

Truffière de St Remy. [consulté le 20/02/03]

Disponible à partir de : U.R.L. :

http://www.perso.club-internet.fr/garzanda/truffière/icadres.html

21. GIRAUD M., VERLHAC A.

Maladies et déprédateurs des arbres truffiers

Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1987 ; 9 ; 51-64

22. GIRAUD M.

Matériaux de paillage

Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1987 ; 9 ; 29-38

23. GIRAUD M.

Le point sur les mycorhizes, Prélèvement et analyse des mycorhizes

Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1988 ; 10 ; 49-63

24. GIRAUD M.

Le point sur l'irrigation des truffières, Arrosage et production de truffes

Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1988 ; 10 ; 67-80

25. GRANDEBOEUF D. ; BARDET M.-C. ; CHEVALIER G.

Caractérisation des truffes et contrôle des mycorhizes

Le Trufficulteur français ; 1997 ; 20 ; 8-10

26. Laboratoires de conseils et d'analyses (L.C.A.)
Résultats d'analyses de terre, Bulletin Trufficulture
L.C.A. Bordeaux, 39 rue Michel Montaigne, 33290 BLANQUEFORT

27. OLIVIER J.-M., SAVIGNAC J.-C., SOURZAT P.
Truffe et Trufficulture
Périgueux : Fanlac : 1996

28. PAGNOL J.
La Truffe. 2ème ed.
Avignon : Aubanel : 1979

29. POITOU N.
Le Sol, Cas particuliers des sols truffiers
Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1988 ; 10 ; 11-16

30. POITOU N.
Le Sol, éléments minéraux
Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1988 ; 10 ; 17-24

31. République Française, Préfecture de la Meuse, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt de la Meuse. Bar le Duc
Arrêté 95-265 portant sur la réglementation de la récolte des truffes
Bar le Duc, 6 Février 1995

32. République Française, Préfecture des Vosges, Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt. Epinal
Arrêté 246/98-D.D.A.F. portant sur la réglementation de la récolte des truffes
Epinal, le 29 Mai 1998

33. République Française, Préfecture de la Haute Marne, Direction des libertés publiques, bureau de l'urbanisme et de l'environnement. Chaumont

Arrêté 3233 réglementant le ramassage des truffes

Chaumont, le 3 Décembre 1994

34. ROUCH P., VERCESI A.

La Production en France de plants mycorhizés par la truffe selon le procédé I.N.R.A.-A.N.V.A.R.

In :

Congresso Internazionale Sul Tartufo Spoleto.2.1988 : Spoleto

Dir : Bencivenga M., Granetti B.

Spoleto : Communita Montana dei Monti Martani e del Serano : 1990 : 483-493

35. SELOSSE M.-A.

La Symbiose, Structures et Fonctions, Rôle écologique et évolutif

Paris : Vuibert : 2000

36. VAN CAPPEL J.-P.

Le chien truffier

Bulletin de la Fédération Nationale des Producteurs de Truffes (B.F.N.P.T.) ; 1989 ; 11 ; 51-57

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Situation géographique de la production en 1889 et 1989 5
Figure 2 : Schéma des différentes mycorhizes 8
Figure 3 : Schéma d'une racine mycorhizée et non mycorhizée en coupe transversale chez un angiosperme 9
Figure 4 : Morphologies externes d'ectomycorhizes 12
Figure 5 : Possibilité comparée d'extraction du phosphore par un système mycorhizé ou non 16
Figure 6 : Rôle du manteau dans l'accumulation du phosphore 17
Figure 7 : Courbe montrant l'influence du champignon associé sur la croissance de l'arbre hôte 19
Figure 8 : Arbre général du règne fongique 21
Figure 9 : Arbre général des *Ascomycotina* 24
Figure 10 : Evolution différentielle des *Pézizales* et des *Tubérales* à partir d'un ancêtre commun 25
Figure 11 : Coupe de truffe 29
Figure 12 : Démarche pour la reconnaissance de mycorhizes de *Tuber melanosporum* 30
Figure 13 : Mycorhizes de *Tuber* : Détermination simple 31
Figure 14 : Dendrogramme obtenu par classification ascendante (C.H.A.) des échantillons de *T. aestivum (ae), T. albidum (al), T. brumale var moschatum (mo), T. macrosporum (mc), T. magnatum (mg), T. melanosporum (ml), T. mesentericum (me), T. rufum (ru), T. uncinatum (un)* 33
Figure 15 : Représentation schématique de l'organisation de l'A.D.N.r. des eucaryotes et amplification des ITS des espèces *T. melanosporum* (4 ascocarpes), *T. brumale var. brumale* (2 ascocarpes), *T. magnatum* (2 ascocarpes) et *T. albidum* (2 ascocarpes) 35
Figure 16 : Amplification R.A.P.D. de différentes espèces du genre *Tuber* 37
Figure 17 : Comparaison des profils obtenus par P.C.R. dirigée et aléatoire de différents ascocarpes de *T. melanosporum* et *T. indicum* 38
Figure 18 : Représentation schématique de procédure S.C.A.R. 38
Figure 19 : Cycle biologique de la truffe et de son hôte 40

Figure 20 : Répartition de *T. uncinatum* et *T. melanosporum* en France 52
Figure 21 : Potentialité truffe de Bourgogne en Lorraine 54
Figure 22 : Schéma de la place des truffes en fonction des stades de végétation sur sol calcaire 86
Figure 23 : Corrélation entre les conditions climatiques et la production de truffes de Bourgogne dans une région donnée 128
Figure 24 : Climatogrammes correspondant au tableau (Figure 23) 129
Figure 25 : Les différentes zones autour de l'arbre truffier 159
Figure 26 : Taille des chênes à vocation truffière 164
Figure 27 : Plants ayant un mauvais développement au départ 165
Figure 28 : Taille du noisetier à vocation truffière 166
Figure 29 : Forme des arbres convenablement taillés 167
Figure 30 : Goutteur 169
Figure 31 : Schéma de base d'une installation en micro-aspersion 170
Figure 32 : Principe de fonctionnement du tensiomètre DT 1000 175

Photos

Photo 1 : *Glomus macrocarpum* Tul. 56
Photo 2 : Chlamydospores de *G. macrocarpum* 56
Photo 3 : *Elaphomyces muricatus* Fries 58
Photo 4 : Asques et ascospores d'*E. muricatus* 58
Photo 5 : *Genea verrucosa* Vitt. 59
Photo 6 : Asques et ascospores de *G. verrucosa* 59
Photo 7 : *Balsamia vulgaris* Vitt. 61
Photo 8 : Asques et ascospores de *B. vulgaris* 61
Photo 9 : *Choiromyces meandriformis* Vitt. 63
Photo 10 : Spores de *C. meandriformis* 63
Photo 11 : *Hymenogaster olivaceus* Vitt. 66
Photo 12 : Basidiospores d'*H. olivaceus* 66
Photo 13 : *Rhizopogon vulgaris* Vitt. 67
Photo 14 : Basidiospores de *R. vulgaris* 67
Photo 15 : *Melanogaster variegatus* Tul. 69
Photo 16 : Basidiospores de *M. variegatus* 69
Photo 17 : *T. borchii* Vitt. 72
Photo 18 : Asques et ascospores de *T. borchii* 72
Photo 19 : *T. brumale* Vitt. 74
Photo 20 : *T. brumale* Vitt. 74
Photo 21 : Asques et ascospores de *T. brumale* 74
Photo 22 : *T. excavatum* Vitt. 76
Photo 23 : Asques et ascospores de *T. excavatum* 76
Photo 24 : *T. macrosporum* Vitt. 77
Photo 25 : Asques et ascospores de *T. macrosporum* 77
Photo 26 : *T. melanosporum* Vitt. 80
Photo 27 : Asques et ascospores de *T. melanosporum* 80
Photo 28 : *T. rufum* Pico. 82
Photo 29 : *T. rufum* Pico. 82
Photo 30 : Asques et ascospores de *T. rufum* 82
Photo 31 : *T. mesentericum* Vitt. 89
Photo 32 : *T. mesentericum* Vitt. 89

Photo 33 : Asques et ascospores de *T. mesentericum* 89
Photo 34 : *T. uncinatum* Chat. 92
Photo 35 : *T. uncinatum* Chat. 92
Photo 36 : *T. uncinatum* en coupe 93
Photo 37 : Truffe de Bourgogne in situ sous un tapis de mousse de feuilles de chêne 93
Photo 38 : Asques et ascospores de *T. uncinatum* 93
Photo 39 : Plantation de chênes 95
Photo 40 : Chêne isolé producteur de truffes de Bourgogne en lisière de bois de feuillus 95
Photo 41 : Truffière naturelle à truffes de Bourgogne dans une hêtraie 95
Photo 42 : Châtaignier avec brûlé 97
Photo 43 : Noisetier mycorhizé par la truffe de Bourgogne 97
Photo 44 : Plantation de noisetiers mycorhizés par la truffe de Bourgogne 98
Photo 45 : Brûlé de noisetier 98
Photo 46 : Charmes communs (*Carpinus betulus*), producteurs de truffes noires avec leur brûlé 100
Photo 47 : Pin noir (*Pinus nigra*) avec brûlé producteur de truffes noires en Quercy 102
Photo 48 : Plantation de cèdres de l'Atlas mycorhizés par la truffe de Bourgogne 103
Photo 49 : Concours de chiens truffiers 109
Photo 50 : Concours de chiens truffiers 109
Photo 51 : Séance de dressage 109
Photo 52 : Recherche de truffes dans une vigne complantée de chênes à St Vincent Rive d'Olt (46) 110
Photo 53 : Les deux labradors Darius et Indi, ont posé avec leur maître, Pierre SOURZAT, ravi de montrer une truffe « *Tuber melanosporum* » 110
Photo 54 : Recherche des truffes avec un jeune porc à Lalbenque (46) 112
Photo 55 : Démonstration de recherche de truffes avec six porcs dans les Alpes de Haute Provence au début du siècle dernier 112
Photo 56 : Le Liodes (*Liodes cinnamomea*) en train de sortir du trou qu'il a creusé à l'intérieur d'une truffe 113
Photo 57 : La mouche à truffe (*Sulla gigantea*) 117
Photo 58 : Jeune plantation classique en sol travaillé avec les plants protégés dans des mini-serres tubex 156
Photo 59 : Manchon protecteur autour d'un jeune plant de pin 156
Photo 60 : Goutteur irriguant un jeune plant 172

Photo 61 : Irrigation d'une jeune plantation de noisetiers truffiers avec un enrouleur 172
Photo 62 : Irrigation de truffière avec un micro-aspersoir 172
Photo 63 : Irrigation à la tonne à eau 173
Photo 64 : Irrigation par microarroseurs dans une plantation de noisetiers mycorhizés 173
Photo 65 : Irrigation avec des moyens de fortune, une tonne à eau reliée à la prise de force du tracteur 173
Photo 66 : Larves de Tenthrèdes dévorant le feuillage d'un noisetier truffier 179
Photo 67 : La pesée des truffes au marché de Cahors 187
Photo 68 : La docte collège de la truffe et du foie gras, en 1982, à l'écomusée de Sorges 187
Photo 69 : Truffes noires et laitues asperges rôties sur une fondue de chénopode blanc, un bouillon de poule émulsionné 188
Photo 70 : Longe de veau à la purée de pomme de terre aux truffes de Bourgogne 188

Table des matières

I. Introduction 3

II. Généralités 4

2.1 Historique 4

2.2 Rappel sur les mycorhizes 6

2.2.1 Définition de la mycorhize 6

2.2.1.1 Les endomycorhizes 7

2.2.1.2 Les ectendomycorhizes 7

2.2.1.3 Les ectomycorhizes 7

2.2.2 Rôle des mycorhizes 14

2.2.2.1 Interactions favorables au partenaire fongique 14

2.2.2.2 Intérêts de la plante hôte 14

2.2.2.2.1 La nutrition minérale 14

2.2.2.2.2 La tolérance aux métaux lourds et au calcaire 15

2.2.2.2.3 Une meilleure alimentation en eau 15

2.2.2.2.4 Les régulateurs de croissance 18

2.2.2.2.5 La croissance végétative 18

2.2.2.2.6 La résistance aux pathogènes 18

2.2.2.2.7 La résistance à la chlorose 20

2.2.3 Conclusion 20

2.3 Classification dans le règne fongique 20

2.4 Identification 27

2.4.1 Identification macroscopique et microscopique 27

2.4.1.1 Analyse de l'ascocarpe 28

2.4.1.2 Analyse des mycorhizes 28

2.4.2 Approche de la biologie moléculaire 32

2.4.2.1 Analyse biochimique 34

2.4.2.2 Analyse génomique 34

2.4.2.2.1 P.C.R. dirigée 34
2.4.2.2.2 P.C.R. aléatoire ou R.A.P.D. 36
2.4.2.2.3 Méthode S.C.A.R. 36
2.4.2.3 Conclusion 39

2.5 Cycle de la truffe 39
2.5.1 La germination des spores 41
2.5.2 La formation des mycorhizes 42
2.5.3 Le mycélium 43
2.5.4 La fructification 43
2.5.4.1 La phase d'initiation fructifère 44
2.5.4.2 La phase de développement des corps fructifères 45
2.5.4.3 L'alimentation des corps fructifères 46

2.6 Nom des différentes variétés 47

2.7 Répartition géographique 51
2.7.1 Sur le territoire français 51
2.7.2 En Lorraine, Champagne-Ardenne 53

2.8 Fausses truffes 55
2.8.1 Les zygomycètes 55
2.8.2 Les ascomycètes 55
2.8.3 Les basidiomycètes 62

III. Les espèces de truffes retrouvées en Lorraine et en Champagne-Ardenne 70

3.1 En milieu naturel 70
3.1.1 Espèces 70
3.1.1.1 Tuber borchii 70
3.1.1.2 Tuber brumale 71
3.1.1.3 Tuber excavatum 73
3.1.1.4 Tuber macrosporum 75
3.1.1.5 Tuber melanosporum 78

3.1.1.6 Tuber rufum 79
3.1.2 La flore et la végétation 81
3.1.2.1 Truffières situées en zone non forestière 81
3.1.2.2 Truffières situées en forêt 84
3.1.2.3 Schéma de la place des truffes en fonction des stades de végétation sur sol calcaire 85

3.2 En milieu de culture 87
3.2.1 Espèces 87
3.2.1.1 Tuber mesentericum 87
3.2.1.2 Tuber uncinatum 90
3.2.2 Essences truffières 91
3.2.2.1 Les chênes 91
3.2.2.1.1 Le chêne sessile ou rouvre 91
3.2.2.1.2 Le chêne pédonculé 94
3.2.2.1.3 Le chêne pubescent 94
3.2.2.1.4 Le chêne chevelu 94
3.2.2.2 Le hêtre 94
3.2.2.3 Le châtaignier 96
3.2.2.4 Les noisetiers 96
3.2.2.4.1 Le noisetier commun 96
3.2.2.4.2 Le noisetier de byzance 96
3.2.2.5 Les charmes 99
3.2.2.5.1 Le charme blanc 99
3.2.2.5.2 Le charme noir 99
3.2.2.6 Le bouleau verruqueux 99
3.2.2.7 Les tilleuls 101
3.2.2.8 Les pins 101
3.2.2.8.1 Le pin noir d'Autriche 101
3.2.2.8.2 Le pin sylvestre 101
3.2.2.9 L'épicéa 101
3.2.2.10 Le cèdre de l'Atlas 103

IV. La récolte de la truffe en milieu naturel : le cavage 104

4.1 Cavage au chien 105
4.1.1 Les espèces canines 105
4.1.2 Dressage et cavage 106

4.2 Cavage au cochon 108

4.3 Recherche de certains coléoptères 111

4.4 Technique dite de « la marque » 111

4.5 Technique à « la mouche » 115

4.6 La méthode interdite : « le piochage » 116

4.7 Arrêtés préfectoraux 118

V. Trufficulture 121

5.1 Historique 121
5.1.1 Général 121
5.1.2 Dans la région Lorraine, Champagne-Ardenne 123

5.2 Le projet 123
5.2.1 Choix du terrain 125
5.2.1.1 Situation géographique 125
5.2.1.2 Climat 125
5.2.1.2.1 Température 125
5.2.1.2.2 Pluviométrie 126
5.2.1.2.3 Humidité 126
5.2.1.2.4 Insolation 127
5.2.1.2.5 Conclusion 127
5.2.1.3 Altitude 130

5.2.1.4 Topographie 130
5.2.1.5 Sols 131
5.2.1.5.1 Les roches mères 131
5.2.1.5.2 Types de sol 131
5.2.1.5.3 Texture 132
5.2.1.5.4 Réserve en eau utile 133
5.2.1.5.5 Structure 133
5.2.1.5.6 Drainage 133
5.2.1.5.7 Calcaire 133
5.2.1.5.8 pH 134
5.2.1.5.9 Matières organiques 134
5.2.1.5.10 Rapport Carbone/Azote 134
5.2.1.5.11 Propriétés chimiques 135
5.2.1.5.12 Conclusion 135
5.2.1.6 Antécédent cultural 136
5.2.1.7 Possibilités d'irrigation 136
5.2.1.8 Voisinage et isolement 137
5.2.2 Choix de la plante symbiote 138
5.2.2.1 Choix du type de plantation 138
5.2.2.1.1 Vocation truffière 138
5.2.2.1.2 Double vocation 140
5.2.2.1.2.1 Association avec des arbres fruitiers 140
5.2.2.1.2.2 Production de noisettes 141
5.2.2.1.2.3 Association avec des arbres forestiers 141
5.2.3 Choix du schéma et de la densité de population 142
5.2.4 Mode d'entretien 143
5.2.4.1 Terrain enherbé 143
5.2.4.1.1 Avantages 143
5.2.4.1.2 Inconvénients 144
5.2.4.2 Terrain nu 144
5.2.4.2.1 Avantages 144
5.2.4.2.2 Inconvénients 145

5.3 La réalisation 146
5.3.1 Préparation du terrain 146
5.3.1.1 Défrichement 146
5.3.1.2 Suppression chimique 147
5.3.1.3 Aération du sol et respect des horizons 148
5.3.1.4 Amendements et fumures de fond 148
5.3.1.5 Antécédents 149
5.3.1.5.1 Terre de culture entretenue 149
5.3.1.5.2 Pacage, pâturage, pré 149
5.3.1.5.3 Cultures abandonnées, friches 150
5.3.1.5.4 Bois ou friches boisées 150
5.3.2 La plantation 152
5.3.2.1 Acquisition des plants mycorhizés 152
5.3.2.2 Préparation de la plantation 153
5.3.2.3 Epoque de la plantation 153
5.3.2.4 Mise en place des plants 154
5.3.2.5 Protection des plants contre le gibier 155
5.3.2.6 Paillage 155
5.3.3 L'entretien de la plantation 158
5.3.3.1 Entretien du sol 158
5.3.3.1.1 Premières années avant l'apparition des brûlés 158
5.3.3.1.2 Après apparition des brûlés 161
5.3.3.2 Taille 162
5.3.3.3 Irrigation 168
5.3.3.3.1 Calendrier des besoins en eau 171
5.3.3.3.2 Quantité d'eau à apporter 171
5.3.3.4 Fertilisation 174
5.3.3.5 Maladies et déprédateurs 176
5.3.3.5.1 Principaux parasites 176
5.3.3.6 Suivi de la qualité de mycorhization 180
5.3.3.6.1 Vérification de l'état de mycorhization 180
5.3.3.6.2 Interprétation des analyses 180
5.3.3.6.3 Compléments d'inoculation 181

5.4 Variations *Tuber uncinatum / Tuber melanosporum* 182
5.4.1 Géologie 182
5.4.2 Climat 184
5.4.2.1 Pluviométrie 184
5.4.2.2 Température 184
5.4.2.3 Insolation 185
5.4.3 Conclusion 185

VI. Conclusion 186

Annexes 189
Annexe 1 : Les produits phytosanitaires 190
Annexe 2 : Norme « Truffes Fraîches » 199
Annexe 3 : Questionnaire 209

Bibliographie 210

Table des illustrations 216
Figures 216
Photos 218

Table des matières 221

MARCHAND Clément – Récolte et Culture de la truffe (*tuber sp.*) en Lorraine et en Champagne-Ardenne

MARCHAND Clément – 2003 – 227f – ill. 30cm

Th. D. : Pharm.: Reims : 2003

RESUME :

Les régions Lorraine et Champagne-Ardenne sont depuis toujours très productrices de truffes et notamment *tuber uncinatum*, la truffe de Bourgogne. Cependant, leur intérêt a souvent été négligé par rapport à celui porté dans des régions comme le Périgord ou la Provence.

Les techniques de récolte sont nombreuses (cochon, mouche, marque, …) mais la plus utilisée est sans nul doute la méthode de cavage au chien après dressage. Ces techniques sont très réglementées.

Le dernier chapitre évoque la trufficulture. La première partie décrit rapidement l'historique et les conditions de la trufficulture dans la région. L'essentiel de notre travail issu d'entretiens avec des professionnels et d'une recherche bibliographique approfondie montre les aspects actuels de la trufficulture en Lorraine et en Champagne-Ardenne.

MOTS-CLES :

- Récolte
- Truffe
- Trufficulture
- Tubéracées

JURY :

Président : Monsieur BOUCHET Philippe

Assesseurs : Monsieur BILLIOTTE Christian

Monsieur QUIRIN François

ADRESSE DE L'AUTEUR :

Monsieur MARCHAND Clément

5 rue de la vierge, 55100 BELRUPT