

LA TRUFFICULTURE DANS LES PAYS MEDITERRANEENS : L'EXEMPLE DE L'ITALIE

par G. Luigi GREGORI ^(*) et Augusto TOCCI ^(**)

Introduction

Les années 80 ont été caractérisées par une intense reprise de la trufficulture dans divers pays de la région méditerranéenne : Espagne, France et Italie.

Grente et Chevalier l'avaient déjà prévu, en 1980, dans "La trufficulture, un or noir pour la région méditerranéenne"⁽¹⁾, cette reprise a été le fruit des progrès substantiels réalisés par la recherche.

Certains aspects ayant trait à la biologie des truffes ont été approfondis ; ils ont permis la réalisation de la synthèse des mycorhizes au laboratoire et la production de plants truffiers à grande échelle.

De nombreuses recherches sur l'écologie des truffes dans les milieux où elles se développaient spontanément ont été entreprises ou complétées ; elles ont permis de connaître les exigences de ces champignons hypogés et de clarifier les conditions dans lesquelles peut se développer et fructifier leur mycélium.

La culture en plein champ de plants mycorhizés (truffières artificielles) a permis de tirer de nombreux enseignements sur les pratiques culturales les plus appropriées pour permettre à l'association symbiotique plante-truffe d'accomplir son cycle biologique et d'arriver à produire des corps fructifères.

Comme il l'a été dit, les pays méditerranéens les plus directement intéressés par la culture des truffes se limitent à trois : l'Espagne, la France et l'Italie.

L'Espagne n'a commencé à aborder le sujet que ces dernières années ; ses connaissances en la matière ainsi que les structures nécessaires à un éventuel accroissement de la production à court terme, semblent donc encore limitées.

La France, plus particulièrement, a une vieille tra-



Photo 1. - Corps fructifère de la truffe blanche d'Italie en coupe.

(*) Centre de recherches sur la Truffe et la Trufficulture, Sant'Angelo in Vado, Italie
(**) Institut expérimental de Sylviculture, Viale Santa Margherita, 80 - 52100 Arezzo, Italie.

(1) Cf. Forêt Méditerranéenne Tome I, n° 2, 1980.

dition trufficole, à tel point que l'on peut affirmer que la truffe est connue, dans le monde, comme un produit français, parce que liée à une cuisine que tout le monde considère comme la meilleure.

En France, (comme du reste en Espagne), en raison des conditions climatiques et édaphiques, seuls se développent le *Tuber melanosporum* Vitt. (Truffe du Périgord) et quelques autres espèces qui, à l'exception des *Tuber brumale* Vitt., *T. uncinatum* Ch., *T. aestivum* Vitt. et *T. mesentericum* Vitt. présentent moins d'intérêt.

L'Italie, pays où les truffes peuvent être considérées comme une production typique par la quantité et la qualité du produit (*T. melanosporum*, *T. aestivum*, *T. uncinatum*, *T. albidum*, etc) peut se vanter d'avoir l'exclusivité de posséder la truffe la plus rare au monde (elle ne se développe que dans quelques régions d'Italie) et la plus appréciée de toutes : le fameux *Tuber magnatum*, Pico ou truffe blanche d'Italie (son prix peut dépasser un million de lires le kilo).

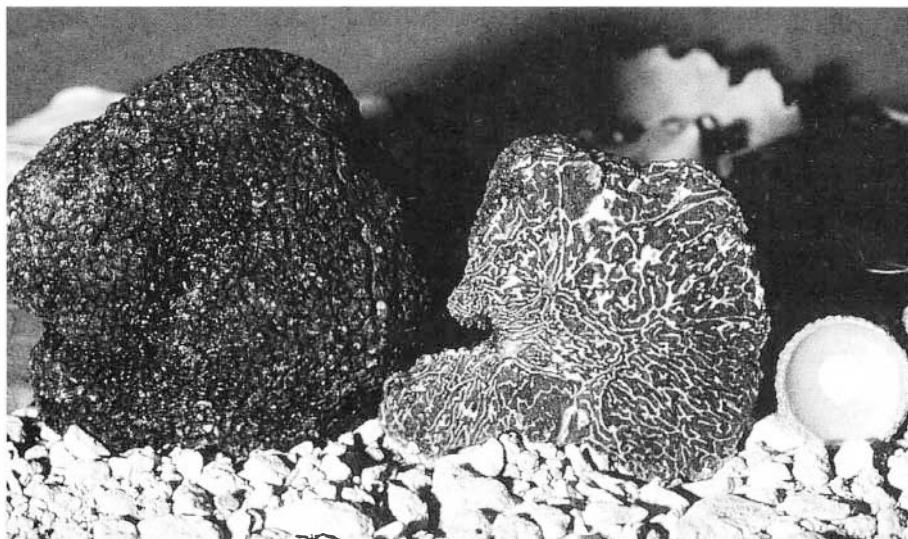


Photo 2. - Corps fructifère de la truffe noire du Périgord ou de Acquagna.

Historique

En Italie, comme en France, l'idée de cultiver les truffes est très ancienne ; il est possible de tracer l'historique de cette culture.

Il faut toutefois préciser que la trufficulture en tant que culture ne s'est développée, au cours des deux siècles derniers, de manière intégrée, que grâce aux progrès accomplis tant en France qu'en Italie, si ce n'est en étroite collaboration. En vérité, cette collaboration a toujours été bonne entre les chercheurs des deux pays, au moins en ce qui concerne la truffe et la trufficulture.

Schématiquement, si l'on se réfère à Ceruti (1986), il est possible de mettre en évidence plusieurs périodes :

Au cours de la **première** période, qui va de l'Antiquité jusqu'au début des années 1800, se font jour des tentatives de culture directe du champignon ; à titre d'exemple, pour mentionner les plus proches de nous, on peut se référer à l'Opuscule "De Tuberibus" de Ciccarelli (1564), à la lettre du Comte de Borch (1780) ou au traité sur la culture des truffes de Bornholz (1827).

La méthode consistait alors à confier au sol une partie ou l'intégralité du corps fructifère, à la manière d'un semis agricole ; on incorporait au sol un mélange de terre humide

et de truffes finement broyées, ou bien on enterrait les truffes entières et en décomposition dans des trous préparés spécialement, à quelques centimètres de profondeur. A cette époque, la truffe n'était pas considérée comme un champignon symbiotique mycorhizien.

Au cours de la **seconde** époque, le lien entre l'arbre et la truffe est pressenti, même si la culture se fait encore de manière empirique : on cultive sur des terrains connus comme étant truffigènes des plantes d'espèces réputées truffières.

En général, on ramassait par terre des glands issus de plants producteurs de truffes et on les semait dans des zones riches en truffières naturelles ; ces conditions permettaient aux plantules, en s'associant avec la truffe, d'avoir une bonne probabilité d'entrer en production (Talon, 1802).

L'idée d'un mycélium diffus dans le sol à partir duquel s'organiseraient le corps fructifère a commencé à se préciser (Vittadini, 1831).

Les exigences de la truffe relatives à la géologie et au caractère calcicole des sols ont été mises en évidence par Chatin, 1892.

Puis l'idée d'un type de culture de la truffe basé sur le reboisement de zones propices a fait son chemin.

"La trufficulture, en dernière analyse, équivaut à un reboisement fait avec des essences forestières particulières, dans les conditions de milieu déterminées, essences sur les racines desquelles se développeront les truffes".

C'est ainsi que s'exprimait Mattiolo (1920), suivi en droite ligne par Lucidi (1927) et Francolini (1931).

Dans un premier temps, le reboisement a été utilisé de manière marginale en trufficulture, parce que les connaissances sur la truffe qui n'avaient pas été suffisamment approfondies n'avaient abouti qu'à des résultats négatifs.

Par la suite, grâce aux progrès accomplis, le reboisement est devenu la technique classique de culture des truffes.

Ce n'est pas un hasard si Mannozzi-Torini est considéré comme un précurseur de la trufficulture moderne en Italie ; après quinze années d'expérimentation, du milieu des années 50 à la fin des années 60, cet Inspecteur des Forêts a réussi à mettre au point une méthode simple et économique qui a donné de bons résultats.

Ces résultats ont été obtenus par l'implantation de dizaines d'hectares de truffières dont certaines sont encore en production depuis une vingtaine d'années, même s'il s'agit, en vérité, de truffières à *T. melanosporum*, *T. magnatum* ayant posé à Mannozzi-Torini des problèmes plus difficiles à résoudre.

La **troisième période** est celle où la culture est réalisée en utilisant des plantules stériles préalablement mycorhizées au laboratoire et élevées en serre.

Elle débute à partir du milieu des années 60, lorsque la méthode de Mannozzi-Torini est perfectionnée et que sont réalisés les premières études et les premiers essais d'incubation de plants truffiers au laboratoire ; on commence à cerner l'écologie du milieu dans lequel se développent les *Tuber*.

Durant cette période sont menées des recherches qui

visent à approfondir les connaissances sur les ectomycorhizes des *Tuber* et d'autres champignons hypogés (Fassi et de Vecchi, 1962 ; Fontana et Centrella, 1967), sur *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. pubescens* (Luppi et Gautero, 1967), ainsi que dans des truffières en production (Fassi, 1971).

On obtient au laboratoire la synthèse des mycorhizes de *Tuber maculatum* avec des plantules stériles de *Pinus strobus* (Fassi et Fontana, 1967) ; de *Tuber aestivum*, *T. brumale*, *T. melanosporum* avec *Corylus avellana* (Palenzona, 1969) ; de *T. albidum* avec *Pinus strobus* et des peupliers euro-américains (Fontana et Palenzona, 1969) ; de *T. brumale* avec *Pinus nigra* (Fontana et Bonfante, 1971).

La culture des mycéliums de quelques champignons hypogés (Fontana, 1968) et en particulier de *Tuber melanosporum* (Fontana, 1971) est réalisée en culture pure.

Par ailleurs, Montacchini et Caramiello (1968) définissent les types de sol et le climat où se développe *Tuber magnatum*, dans le Piémont, de même que les relations de ce champignon avec la végétation.

En ce qui concerne *Tuber melanosporum*, qui a aussi intéressé les chercheurs français, des études écologiques encore plus spécifiques et sophistiquées ont été entreprises. On a étudié l'action inhibitrice de la truffe noire précieuse sur les espèces herbacées de la flore spontanée du Piémont (Montacchini et Caramiello, 1977) et de l'Italie centrale (Montacchini, Lo Bue et Caramiello, 1977).

Des analyses mycologiques (Luppi, 1977) et des analyses spectrophotométriques d'extraits de terres de truffières ont été réalisées (Papa et Porraro, 1978).

On a étudié également la microflore de la rhizosphère des sols de truffières du Piémont (Luppi et al. 1970) et de truffières françaises (Luppi, 1972) ainsi que la microflore



Photo 3. - Une "montagne" de truffes blanches d'Italie.

fongique de racines de peupliers mycorhizées par *Tuber magnatum* (Luppi, 1973).

Durant cette période d'intense et fructueuse activité de recherches sur la truffe et la trufficulture, une importante collaboration s'est instaurée entre les chercheurs italiens et français ; elle a abouti à l'élaboration de programmes communs de recherche. Ils donneront naissance aux premiers Congrès Internationaux sur la Truffe (Spoleto, 1968) et la trufficulture (Souillac, 1971).

A côté de l'"Ecole de Turin", avec la Section de Phytopathologie de l'Institut National des Plantes ligneuses et de l'Environnement (I.P.L.A.) "G. Piccarolo" et le Centre d'Etudes sur la Mycologie du Sol du C.N.R., travaillent les chercheurs de la Station de Pathologie végétale de l'I.N.R.A. (Institut National de la Recherche Agronomique) de Clermont-Ferrand (Grente et Chevalier), puis, quelques années après, ceux de la Station d'Agronomie de l'I.N.R.A. de Bordeaux (Delmas et Poitou) ; les nombreux travaux effectués durant cette période en témoignent (cf. Chevalier, 1968, 1971, 1973 ; Chevalier et al. 1973, 1975 ; Grenet, 1972, 1974, 1975 ; Grenet et al., 1972 ; Delmas et Durand, 1971 ; Delmas et Poitou, 1974), pour ne citer que les principaux.

Enfin, durant cette époque qui, nous l'avons déjà indiqué, va du milieu des années 60 jusqu'à la fin des années 70, les recherches ont été orientées avant tout sur la culture de la truffe noire précieuse dont la biologie était la mieux connue, parce que cette truffe avait été la plus étudiée (la contribution des chercheurs français à ce sujet a été très importante !) et qu'elle répondait le mieux à l'expérimentation (d'où la possibilité de faire avancer plus rapidement la recherche !).

La preuve en est que les très nombreuses plantations effectuées à cette époque l'ont été avant tout avec *T. melanosporum* et très peu avec *T. magnatum*.



Photo 4. - Truffière naturelle de *Tuber magnatum* : noter l'abondance de végétation.

Les premières synthèses mycorhiziennes avec cette dernière espèce, dont certains points de la biologie restent encore mystérieux et qui se révèle, vis à vis de divers facteurs écologiques, une truffe encore plus délicate et exigeante que la truffe noire précieuse, n'ont été réalisées qu'à la fin des années 70 (Palenzona et Fontana, 1978).

La **quatrième période**, que l'on peut vraiment faire partir de cette date, correspond à la période actuelle ; on veut arriver à cultiver également, de manière non aléatoire, la truffe blanche précieuse (*Tuber magnatum*), en créant les conditions les plus favorables à la formation des corps fructifères, après la mise à demeure des plants, conditions qui supposent une meilleure connaissance des techniques agro-culturelles les plus appropriées au maintien au champ de la mycorhization spécifique.

L'opération peut désormais être réalisée en pépinière de manière suffisamment sûre, même s'il faut deux saisons de végétation pour obtenir de bons plants truffiers avec *T. magnatum*.

L'analyse des thèmes de recherche sur la truffe et la trufficulture de cette dernière décennie (le IIème Congrès International sur la Truffe qui s'est tenu récemment, en novembre 1988, à Spoleto, l'a confirmé) montre que, tout en continuant l'expérimentation sur *Tuber melanosporum* qui est en bonne partie l'œuvre des Français, les Italiens emploient le maximum de leur énergie à l'étude des problèmes liés à *T. magnatum*.

Dans le domaine de la production en pépinière, les facteurs qui agissent sur la mycorhization des essences forestières avec *T. magnatum* ont été étudiés (Zambonelli, 1983) ; des techniques de mycorhization plus fiables ont été mises au point (Tocci, Gregori et Chevalier, 1985) par contact racinaire avec des portions de racines préalablement mycorhiséées ou par l'utilisation comme inoculum d'un type particulier de corps fructifères de truffe blanche précieuse (Gregori et Ciappelloni, 1988).

Les exigences écologiques de *Tuber magnatum* ont également été minutieusement analysées sur un vaste territoire de l'Italie centrale, d'abord par des enquêtes préliminaires (Mirabella, 1983 ; Tocci, 1983), puis par une étude approfondie des sols (Elisei et Zazzi, 1985), du climat (Tocci, 1985) et de la composition de la flore et de la végétation des truffières naturelles (Bencivenga, Granetti et Ranfa,

1988), enfin par une analyse comparative des caractéristiques écologiques de *Tuber magnatum* et de *T. melanosporum* en Italie centrale (Bencivenga et Granetti, 1988), exigences qui se sont avérées différentes, surtout pour la texture du terrain et la composition de la végétation.

On conçoit que, pour la culture des champignons symbotes, la connaissance de la microbiologie des terrains truffiers soit fondamentale (Filipello Marchisio et Luppi-Mosca, 1983 et 1984).

De la même manière qu'ont été effectuées des études pour mettre en évidence les interactions entre les mycorhizes de la truffe noire et celles d'autres champignons présents dans le sol (Chevalier et al. 1982), des enquêtes ont été entreprises pour caractériser les ectomycorhizes présentes dans les truffières naturelles et cultivées à *Tuber magnatum* (et évaluer leurs interactions) (Gregori, Lo Bue, Maggiarotto, 1988).

L'évaluation des interactions entre les différents mycéliums de la rhizosphère des truffières à *Tuber magnatum* a permis de mettre en évidence la présence de formes de mycorhizes dites "charnières" qui, révélant la tendance vers laquelle évolue la truffière, indiquent les conditions favorables ou non au maintien de la mycorhization par *Tuber magnatum*.

Les connaissances sur le devenir de l'infection mycorhizienne par *Tuber magnatum* et sur le développement des mycorhizes, chez des plantes d'espèces diverses, un certain temps après la plantation, ont pris une importance toujours plus grande (Fontana et al. 1982 ; Granetti et al., 1988).

Au cas où la mycorhize désirée ne s'est pas maintenue, des techniques destinées à sa reconstitution en plein champ ont été élaborées (Gregori, Pasquini, Maggiarotto, 1988).

Les premières productions de corps fructifères de *Tuber magnatum* dans des plantations spécialisées commencent à faire une timide apparition (Vecchi, 1985 ; Giovanetti, 1988).

Les résultats obtenus ces dix dernières années et la nouvelle impulsion donnée à la trufficulture, conduite désormais sur des bases scientifiques et avec des moyens modernes, sont dus à la juxtaposition, à côté des "Forces anciennes" déjà mentionnées, de nouveaux Instituts de Recherche spécialement créés à cet effet.

Stratégie de la recherche

L'importance de la trufficulture en Italie est telle que le Ministère de l'Agriculture et des Forêts a estimé fondamental d'intervenir dans ce secteur, en créant un Institut spécialisé et en promulguant une Loi cadre nationale qui englobe toutes les activités connexes de la truffe.

En effet, sur le territoire italien la truffe a de nombreuses retombées pratiques (socio-culturelles, écologiques, productives, économiques...).

Le Ministère de l'Agriculture et des Forêts, par l'intermédiaire de la Direction générale pour la Production Agricole et par l'Institut Expéri-



Photo 5. - Truffière naturelle de *Tuber magnatum* : deux magnifiques chênes isolés.

mental pour la Sylviculture de Arezzo a été sensible au problème dès le début des années 80, lorsqu'il a suscité une intense activité expérimentale en matière de truffes et de trufficulture, visant à acquérir les connaissances indispensables en la matière et à créer la coordination nécessaire à l'élaboration d'une synthèse, pour vérifier les acquis du passé.

L'activité promue par le Ministère de l'Agriculture et des Forêts s'est déroulée principalement au Centre de Recherches sur la Truffe et la Trufficulture de Sant' Angelo in Vado (issu, en 1981, de la précieuse collaboration avec la région des Marches, région où le système truffier a des racines anciennes et profondes) ; ce centre a été reconnu par la loi cadre nationale (N. 752 du 16 décembre 1985, art.2).

Cette activité s'est aussi développée en collaboration avec d'autres Instituts scientifiques (Centre de Mycologie du Sol du C.N.R. de Turin ; Institut des Plantes ligneuses et de l'Environnement de Turin ; Département de Biologie végétale de l'Université de Pérouse ; Chaire de Mycologie de l'Université de Bologne ; Institut de Médecine expérimentale de l'Université La Sapienza, à Rome ; Institut expérimental pour la Valorisation technologique des Produits agricoles de Milan ; Unité de Mycologie de l'I.N.R.A. de Clermont-Ferrand ; station de Recherches sur les champignons de l'I.N.R.A. de Bordeaux) et avec différentes régions (Marques, Emilie-Romagne, Toscane, Abruzzes, Trentin, Vénétie).

Les recherches développées ont intéressé plusieurs thèmes, qui, pour faciliter l'exposé, peuvent être regroupés comme suit :

Biologie

Pour une approche de ce problème qu'il reste fondamental de développer (pour approfondir les connaissances sur la propagation du mycélium et les conditions d'établissement de la symbiose avec les plantes supérieures), on a élaboré quelques méthodes d'étude de la biologie et de la morphologie de la truffe, en collaboration avec le Département de Médecine expérimentale (Université La Sapinez, Rome) ; cette collaboration a amené à définir :

a) une méthode rapide et simplifiée de fracture pour l'observation de préparations de *Tuber* au microscope électronique à balayage,

b) les détails du micro-environnement du corps fructifère de *Tuber magnatum* au microscope électronique à transmission et à balayage.

Une activité parallèle a consisté également à tenter la culture *in vitro* du mycélium de la truffe pour mettre en évidence, parmi les divers stades de maturation des corps fructifères, le plus adapté au développement du mycélium et à la germination des spores.

Ecologie

Les conditions de climat, de sol et de végétation où se développe et fructifie *Tuber magnatum* en Italie Centrale ont été définies, de même que l'environnement des truffières à *Tuber melanosporum* dans la partie la plus septentrionale de son aire (Trentin, Vénétie).

Techniques de pépinières

Les modalités de conservation des corps fructifères (en vie) et celles d'inoculation des plants à partir de spores de truffes ou de portions de racines préalablement mycorhizées ont été perfectionnées.

Une attention particulière a été consacrée à la mise au point de méthodes susceptibles d'être appliquées à grande échelle.

On a étudié un type particulier de conteneur qui favorise l'installation de la mycorhization.



Photo 6. - Importance du reboisement avec des plants truffiers dans les endroits soumis à l'érosion.

En outre, on a mis au point, avec la collaboration d'autres instituts, une méthode d'évaluation du degré de la mycorhization des plants truffiers, afin de décourager les tentatives de fraudes lors de leur production.

Enfin, des consultations spécifiques technico-scientifiques ont été accordées aux régions qui en ont fait la demande (conventions), pour constituer des centres de production de plants truffiers mycorhizés et planter des truffières expérimentales.

Truffières expérimentales pilotes

Deux truffières expérimentales d'environ trois hectares chacune ont été réalisées : l'une, avec du matériel mycorhisé par *Tuber melanosporum*, sur des terrains de la Propriété forestière régionale des Marches, l'autre avec du matériel mycorhisé par *T. Magnatum* sur des terrains de la Propriété d'Etat pour les Forêts domaniales.



Photo 7. - Vieille truffière artificielle (chêne pubescent avec *Tuber magnatum* plantée par Mannozzi-Torini).

Les deux implantations, réalisées également dans un but didactique, ont servi et servent encore à vérifier la possibilité d'abattir à des applications techniques et culturales, à partir des observations faites dans les truffières artificielles qui existaient déjà dans les Marches (Mannozi-Torini) ou dans les truffières naturelles.

Les progrès obtenus jusqu'ici encouragent à poursuivre la recherche, en insistant plus particulièrement sur les points suivants :

1) Mise en évidence des relations entre facteurs pédoclimatiques et fructification de diverses espèces de *Tuber* en truffières naturelles ; réalisation de cartes de potentialité truffière,

2) Mise au point d'un modèle expérimental d'étude de la biologie moléculaire du genre *Tuber*, avec élaboration de tests de diagnostic sérologique pour caractériser les mycéliums,

3) Techniques de culture mycéienne destinées à la réalisation d'une méthode valable d'inoculation de plants forestiers,

4) Mise au point de techniques de micropropagation de quelques espèces symbiotiques typiques des *Tuber*,

5) Gestion des truffières expérimentales pilotes.

Ce dernier projet de recherches, ouvert à la collaboration avec divers instituts, devrait apporter une contribution notable à la relance de la trufficulture, non seulement en Italie mais également dans l'intégralité de l'aire méditerranéenne, où la trufficulture peut de fait coexister avec la sylviculture.

L'intérêt suscité par les problèmes liés à la trufficulture, essentiellement grâce à l'action concrète du Ministère de l'Agriculture et des Forêts, a amené une prise de conscience du problème non seulement par les Organismes publics mais également par le Parlement national qui a approuvé

une loi cadre ; cette loi, outre qu'elle traite le sujet dans son ensemble, donne les directives aux régions pour légiférer en matière de truffes et de trufficulture.

La loi nationale n. 752 de 1985, "Loi cadre en matière de récolte, culture et commerce des truffes fraîches ou en conserves destinées à la consommation", outre qu'elle donne des indications sur les périodes de récolte des 9 espèces de truffes autorisées à la commercialisation (*Tuber magnatum*, *T. Melanosporum*, *T. brumale*, *T. brumale* variété *moschatum*, *T. aestivum*, *T. aestivum* variété *uncinatum*, *T. albidum*, *T. macrosporum*, *T. mesentericum*) introduit le concept de culture des truffes. L'article 3 parle spécifiquement de truffière cultivées (implantations réalisées ex novo par la mise à demeure de plants truffiers) et contrôlées (truffières naturelles améliorées par des pratiques culturales adéquates et la mise en place d'un nombre suffisant de plants truffiers), dont le propriétaire peut se réservé la propriété du produit.

Cette loi qui illustre les perspectives futures de la trufficulture a provoqué un regain d'intérêt pour ces hypogés; si bien que, dans de nombreuses régions italiennes, et pas seulement dans les régions traditionnellement truffières, des enquêtes ont débuté, pour connaître la réalité spécifique de chaque région et les perspectives possibles de développement, y compris par la trufficulture.

Les perspectives de développement par la trufficulture devraient être prises en compte par tous les pays de l'aire méditerranéenne, puisqu'ont été prévues, à l'échelon de la C.E.E., des actions incitatives et des aides (Plans intégrés méditerranéens ou P.I.M.).

Etant donné que résultats concrets et améliorations ne peuvent être obtenus que par une étude la plus organique possible et une programmation à un certain niveau, il serait souhaitable, pour que les efforts soient coordonnés et

qu'une énergie précieuse ne soit pas gaspillée, que les pays les plus intéressés par la truffe et la trufficulture se dotent d'une loi européenne qui, tout en tenant compte des situations diverses, permette une vision plus globale du sujet, en prévision de 1992.

Aspects agraires, forestiers et écologiques de la trufficulture

L'intérêt particulier porté à la truffe et à la trufficulture doit, sans doute, être attribué aux perspectives de revenu que l'on peut attendre de ce produit très coûteux, mais il ne faut pas sous-évaluer l'aspect agro-forestier et écologique.

C'est à vrai dire l'analyse des impacts d'ordre écologique des techniques agricoles (et forestières) actuelles qui impose de trouver des solutions de rechange.

On s'est rendu compte que le fait de chercher à augmenter les rendements agricoles ou forestiers a eu et a des impacts écologiques divers, très difficiles à évaluer dans l'immédiat mais sûrement préoccupants pour le futur.

Par solutions de rechange, il faut penser par exemple à des cultures à coûts de production réduits, praticables également dans des sols peu fertiles, qui n'exigent pas l'utilisation massive de produits (fertilisants, désherbants...) peut-être utiles, certes, mais dangereux à la longue, et de plus, coûteux ; cultures qui représentent enfin une réalité et un modèle extensibles à de vastes zones, même plus désavantageées.

Dans ce contexte, la trufficulture joue un rôle important dans toute l'aire méditerranéenne.

Cette activité agro-forestière permet, en effet, de concilier les exigences liées à la production et celles liées au milieu, exigences qui, pour d'autres cultures, sont sûrement opposées ou impossibles à satisfaire en même temps.

Enfin, aussi bien en France (ou peut-être la trufficulture s'entend dans un sens plus strictement agronomique, parce que la culture de *Tuber melanosporum* s'y prête bien) qu'en Italie (où les aspects majeurs sont forestiers, par suite des conditions particulières de culture de *Tuber magnatum*, même si les aspects agronomiques propres à une culture de type fruitier, comme celle de *Tuber melanosporum*, ne sont pas absents), ou, enfin, dans les autres pays de l'aire méditerranéenne, la trufficulture peut parfaitement s'intégrer dans le territoire et contribuer à résoudre les divers problèmes.

Du moment que les conditions de milieu et les conditions pédoclimatiques extrêmement favorables permettent, soit la production spontanée, soit la culture de ces champignons hypogés qui deviennent ainsi un produit typique des pays méditerranéens,

néens, essayons d'énumérer les principaux avantages que l'on peut tirer de la trufficulture.

Avant tout par ses aspects productifs, la trufficulture s'intègre parfaitement aux autres activités économiques des zones agricoles.

Toujours par ses aspects productifs, elle permet un complément de revenu pour les populations

Par rapport aux autres activités agricoles, les coûts d'implantation et de culture sont relativement bas, du fait des besoins en main d'œuvre et en soins culturaux moindres.

La trufficulture permet de rendre productifs des terrains actuellement incultes ou à rendement nul, mais également des terrains sur-utilisés par des cycles de culture intensifs, brefs et répétés, terrains qui ont besoin de repos "physiologique" pour reconstituer leur fertilité.

De nos jours, on parle beaucoup de capacité d'utilisation des sols en vue de l'évaluation des vocations de chaque aire.

Dans les cas où il faut éviter les cultures annuelles, soit parce que la pente abrupte rend difficile le travail du sol, soit parce que le sol n'est pas suffisamment fertile et profond, soit encore parce qu'il est facilement sujet à l'érosion, la trufficulture offre la possibilité de développer, dans ces milieux, des plantations arborées qui permettent d'éviter les rotations et les travaux fréquents et de bénéficier des effets liés à une couverture végétale.

Nous savons aussi aujourd'hui que les répercussions de la forêt sur le milieu sont multiples et corrélées entre elles ; nous avons déjà cité le rôle de protection de la couverture végétale contre les phénomènes d'érosion graves, mais on peut rappeler le rôle de la forêt sur la régulation des eaux météoriques et l'influence que la végétation exerce sur le climat et le sol, sans parler des autres fonctions de la forêt : de production, d'action sur le paysage, récréative, d'hygiène...

Tous ces avantages peuvent être offerts par la trufficulture, puisque, en dernière analyse, faire de la trufficulture signifie faire du reboisement avec des plantes dont les racines produiront des truffes.

Le reboisement peut être effectué en réintroduisant des essences forestières autochtones typiques du milieu méditerranéen pour remédier à la "contamination verte" par les essences allochtones qui ont servi, dans le passé, à reboiser.



Photo 8. - Nouvelle truffière artificielle (*Populus alba* et *Tilia cordata* avec *Tuber magnatum*) plantée par le Centre de Trufficulture de Sant'Angelo.

En Italie, en particulier, on s'est orienté vers une trufficulture basée sur l'introduction d'espèces forestières préalablement mycorhizées, ceci pour une meilleure utilisation des aires internes de collines et de montagnes à agriculture marginale ainsi que pour offrir une alternative à une agriculture de plaine trop "intensive".

Conclusion

La description de la trufficulture comme activité économique, agraire, forestière et écologique montre l'énorme potentialité qu'elle offre pour une région comme celle de la Méditerranée, où existent des conditions pédoclimatiques favorables au développement des truffes mais où les problèmes liés au reboisement, à la sylviculture et à l'agriculture sont nombreux.

En outre, l'activité agricole est toujours concentrée dans les zones déterminées qui s'y prêtent le mieux, tandis que de vastes aires marginales qui présentent aussi des situations géomorphologiques délicates restent à l'abandon.

Il devient important d'y maintenir et d'augmenter, par des interventions adéquates (la trufficulture peut être un exemple) l'implantation humaine, avec les activités qui lui

sont liées.

Fournir aux agriculteurs des zones d'agriculture intensive la possibilité de maintenir un revenu élevé avec la trufficulture, c'est-à-dire avec un type particulier de reboisement, signifie contribuer à remédier aux inconvénients de la culture intensive, à l'usage massif et impropre de substances chimiques en général, en un mot à éviter une agriculture trop déséquilibrée dans ses rapports avec le milieu.

Intensifier la trufficulture dans les régions méditerranéennes signifie en substance affronter rationnellement ses problèmes agro-forestiers les plus importants. Ce doit être fait par une programmation sérieuse et nécessaire, si possible au niveau supranational, en vue de réorganiser et de remodeler de vastes aires du territoire, en accord avec ses vocations et ses potentialités et en lui rendant son équilibre économique et écologique.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier G. CHEVALIER, de l'Unité de Mycologie de l'I.N.R.A. de Clermont-Ferrand, pour sa contribution à la version française de cet article.

Bibliographie

- Bencivenga M., Granetti B., 1988 - Analisi comparativa delle caratteristiche ecologiche di *Tuber magnatum* Pico e *Tuber melanosporum* Vitt. nell'Italia centrale, Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo (Spoleto).
- Bencivenga M., Granetti B., Ranfa A., 1988 - la flora e la vegetazione delle cave naturali di *Tuber magnatum* Pico nell'Italia centrale. Atti del 2° Congresso Internazionale sul Tartufo (Spoleto).
- Ceruti A., Tozzi M., 1986 - Nuove acquisizioni sulla tartuficoltura e primi dati sulla coltura dei Porcini (Boletus edulis). Annali Accademia Agricola - Torino.
- Chatin A., 1982 - La truffe. Paris.
- Chevalier G., 1968 - Rapport d'études sur la truffe. Pag. 1
- 59. Station de Pathologie Végétale. C.R.A. Du Massif Central.
- Chevalier G., 1972 - Obtention de culture de mycelium de truffe à partir du carpophore et des mycorhizes. C.R. Acad. Agr., 12, 981.
- Chevalier G., 1973 - Synthèse axénique des mycorhizes de *Tuber brumale* à partir de cultures pures du champignon. Ann. Phytopath. 5 - 163.
- Chevalier G., et alii, 1973 - Obtention de mycorhizes de différents *Tuber*. Ann. Phytopathol. 5 - 107.
- Chevalier G., et alii, 1975 - Associations ectomycorhiziennes entre Tubéracées et Cistacées. Ann. Phytopath. 7 - 355.
- Chevalier G., et alii, 1982 - Interactions entre les mycorhizes de *Tuber melanosporum* et celles d'autres champignons ectomycorhiziennes en sols favorables à la truffe. Colloques I.N.R.A. : les Mycorhizes, Dijon, 1982.
- Ciccarelli A., 1954 - De tuberibus. Patavii.
- Delmas J., Durand J.H., 1971 - Ecologie truffière. Congr. Int. trufficulture, Souillac (Lot), 1971.
- Delmas J., Poitou N., 1974 - La truffe. P.H.M. 144, 33.
- De Borch, 1780 - Lettres sur les truffes du Piémont. Milan.
- De Bornholz, 1827 - La coltivazione dei tartufi. Milano.
- Elisei S., Zazzi A., 1975 - Caratteri fisico-chimici dei suoli tartufigeni del Centro Italia. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Vol.XVI, Arezzo. Pag. 545 - 587.
- Fassi B., 1971 - Les mycorhizes en production truffières. Congr. Int. Trufficulture, Souillac (Lot), 1971.
- Fassi B., De Vecchi E., 1962 - Ricerche sulle micorizze ectotrofiche di Pino Strobo. Allonia, 8 - 133.

- Fassi B., Fontana A., 1967 - Sintesi micorrizica tra *Pinus strobus* e *Tuber maculatum* in vaso. Allonia, 15 - 115.
- Filipello Marchisio V., Luppi Mosca A.M., 1983 - Interazioni tra micromiceti della micorizosfera di *Abies alba*. Allonia, 26 - 29.
- Fontana A., 1968 Miceli di funghi ipogei in coltura. Atti Cong. Int. Tartufo (Spoleto), 1968.
- Fontana A., 1971 - Il micelio di *Tuber melanosporum* in coltura pura. Allonia, 17 - 19.
- Fontana A., Centrella E., 1967 - Ectomicorizze prodotte da funghi ipogei. Allonia, 13 - 149.
- Fontana A., Bonfante P., 1971 - Sintesi micorrizica di *Tuber brumale* con *Pinus nigra*. Allonia, 17, 5.
- Fontana A., Palenzona M., 1969 - Sintesi micorrizica di *Tuber album* in coltura pura con *Pinus strobus* e Pioppo euroamericano. Allonia, 15 - 99.
- Fontana A., et alii, 1982 - Devenir de la mycorhization acquise en pépinière (*Abies alba*). Les mycorizhes. Colloques Dijon (1985).
- Francolini F., 1931 - Tartuficoltura e rimboschimento. Piacenza, 1931.
- Giovannetti G., 1988 - Prime produzioni di carpofori di *Tuber magnatum* Pico da piante micorrivate fornite da vivai specializzati. Atti 2° Congr. Int. sul Tartufo (Spoleto).
- Granetti B., Bencivenga M., Ranfa A., 1988 - Sviluppo delle micorizze di *Tuber magnatum* Pico in piante di specie diverse a tre anni dalla collocazione a dimora. Atti 2° Congr. Int. sul Tartufo (Spoleto).
- Gregori G., 1989 - Tartuficoltura: aspetti produttivi ed ambientali (ecologici). Relazione al Convegno del 7 giugno 1989 a Pesaro.
- Gregori G., Ciappelloni R., 1988 - Produzione di piantine micorrivate con *Tuber magnatum* Pico. Atti 2° Congr. Int. sul Tartufo (Spoleto).
- Gregori G., Lo Bue G., Maggiorotto G., 1988 - Caratterizzazione di ectomicorizze in tartufaie naturali e di impianto e valutazione della loro competitività nei confronti di *Tuber magnatum*. Atti 2° Congr. Int. sul Tartufo (Spoleto).
- Grente J., 1972, 1974, 1975 - Prospectives par une trufficulture moderne. Clermont-Ferrand.
- Gregori G., Ciappelloni R., 1988 - L'impiego di inoculo derivante da carpofori precoci di *Tuber magnatum* per la micorrizzazione di piantine forestali. Atti del 2° Congr. Int. sul Tartufo (Spoleto).

- Grente J., et alii, 1972 - La germination de l'ascospore de *Tuber melanosporum* et la synthèse sporale des mycorhizes. C.R. Hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris, D., 275 - 743.
- Grente J., Chevalier G., 1980 - La trufficulture, un or noir, pour la Région Méditerranéenne. Forêt Méditerranéenne t. I n° 2 : 151 - 162.
- Lo Bue G., Gregori G., Pasquani L., Maggiorotto G., 1988 - Sintesi micorrizica in campo fra piante adulte e tartufi pregiati mediante frammenti radicali. Atti del 2° Congr. Int. sul Tartufo (Spoleto).
- Lucidi T., 1927 - La coltivazione artificiale dei tartufi in Italia. Catania.
- Luppi Mosca A.M., 1973 - La microflora della rizosfera nelle tartufaie. I. V. Microfunghi da radici di pioppo micorrizate da *Tuber magnatum*. Allionia 19 - 29.
- Luppi Mosca A.M., 1972 - La microflora della rizosfera nelle tartufaie. III Analisi micologica dei terreni tartufiferi francesi. Allionia, 18 - 33.
- Luppi Mosca A.M., 1977 - Studi sull'ecologia del *Tuber melanosporum*. IV Analisi micologica dei terreni tartufiferi. Allionia 22 - 105.
- Luppi Mosca A.M., Gautero C., 1967 - Ricerche sulle micorize di *Quercus robur*, *Q. petraea* e *Q. pubescens* in Piemonte. Allionia 13 - 129.
- Luppi Mosca A.M., et alii 1970 - La microflora della rizosfera nelle tartufaie. II Analisi micologiche dei terreni tartufiferi Piemontesi. Allionia, 16 - 115
- Manzoni-Torini L., 1958 - La tartuficoltura nelle Marche. Notiziario forest. 57, 58.
- Manzoni-Torini L., 1965 - Tartufi e tartuficoltura. Monti e Boschi, 16, 1. Bologna.
- Manzoni-Torini L., 1966 - La trufficulture en Italie. Paris.
- Manzoni-Torini L., 1967 - La coltivazione del tartufo. Inform. Agrar. 17.
- Manzoni-Torini L., 1970 - 1984 - Manuale di tartuficoltura. Bologna.
- Manzoni-Torini L., 1971 - Le reboisement avec chênes truffiers en Italie. Congr. Int. Trufficulture, Souillac, 1971.
- Mattiolo O., 1920 - La tartuficoltura e il rimboschimento. Le vie d'Italia.
- Mirabella A., 1983 - Indagine preliminare sui suoli di alcune tartufaie di *Tuber magnatum* Pico (tartufo bianco pregiato) nelle Valli del metauro, Foglia, Marecchia, Savio nelle Marche. Annali dello Istituto Sperimentale per la selvicoltura di Arezzo.
- Montacchini F., Caramiello R., 1977 - Ecologia del *Tuber magnatum* in Piemonte. Allionia 14, 1.
- Montacchini F., Caramiello R., 1977 - Studi sull'ecologia del *Tuber melanosporum* II. Azione inibitrice su specie erbacee della flora spontanea. Allionia 22 - 81.
- Montacchini F., Lo Bue G., Caramiello R., 1977 - Studi sull'ecologia del *Tuber melanosporum* III. Fenomeni di inibizione dell'ambiente naturale in Italia centrale. Allionia 22, 87.
- Palenzona M., 1969 - Sintesi micorrizica tra *Tuber aestivum*, *T. brumale*, *T. melanosporum* e semenziali di *Corylus avellana*. Allionia 15, 121.
- Palenzona M., Fontana A., 1978 - Synthèse des mycorhizae de *Tuber magnatum* avec semis de *Quercus pubescens*. Mushroom, Sci, 10 (1), 1007.
- Papa G., Porraro G., 1978 - Studi sull'ecologia di *Tuber melanosporum* V. Analisi spettrofotometriche di estratti di terreni tartufugeni ed azione inibente la germinazione. Allionia, 23, 25.
- Tocci A., 1983 - Il tartufo bianco nell'Italia centrale. Ecologia, risultati preliminari. Incontro tecnico scientifico sul tartufo. Sant'Angelo in Vado ed Acqualagna (PS). 29 - 31 ottobre.
- Tocci A., 1985 - Ecologia del *Tuber magnatum* Pico nell'Italia centrale. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Vol. XVI, Arezzo, pag. 426 - 542.
- Tocci A., Lo Piparo G., 1988 - Ministero Agricoltura e Foreste: strategie di ricerca sul tartufo. Atti 2° Congr. Int. sul tartufo (Spoleto).
- Tocci A., Gregori G., Chevalier G., 1985 - produzione di piantine tartufigene (*Tuber magnatum* Pico). Sintesi micorrizica col sistema dell'"innesto radicale". Italia Forestale e Montana n° 3: 143 - 152.
- Vecchi B., 1985 - Tartuficoltore. Comunicazione personale.
- Vittadini C., 1831 - Monografia Tuberacearum. Milano.
- Zambonelli, 1983 - I fattori che influenzano la micorrizzazione di essenze forestali con *Tuber magnatum* Pico. I contributo Mic. Ital. 2: 5 - 14.

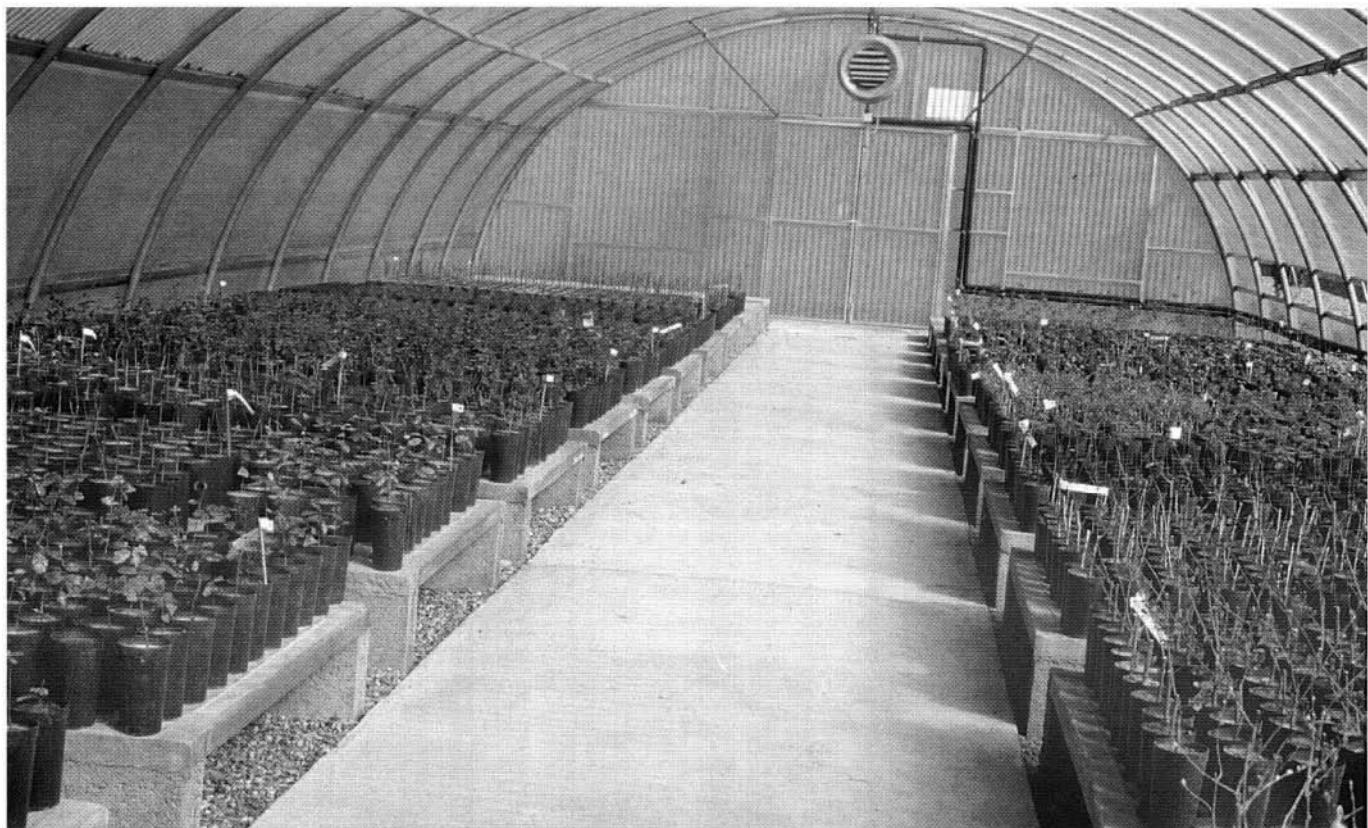


Photo 9. - Serre pour la production de plants truffiers.

Résumé

Après un rappel historique des différentes étapes qui ont abouti à la trufficulture actuelle, les auteurs soulignent l'importance des efforts accomplis en Italie, au cours de la dernière décennie, en matière de recherche et expérimentation sur la truffe et la trufficulture.

D'énormes progrès ont été réalisés dans la définition des techniques de mycorhization, la détermination des exigences écologiques des *Tuber*, surtout *T. magnatum*, la compréhension des interactions entre mycorhizes après plantation.

Le Ministère de l'agriculture et des forêts est intervenu directement en suscitant un vaste programme de recherches et d'expérimentation ; en créant, en 1981, un Institut spécialisé, le Centre de recherches sur la truffe et la trufficulture de Sant'Angelo in Vado ; en promulguant, en 1985, une loi cadre nationale qui a introduit, pour la première fois, la notion de "culture" de la truffe.

Les auteurs insistent également sur les aspects agraires, forestiers et écologiques de la trufficulture en soulignant son intérêt pour affronter rationnellement les problèmes agro-forestiers les plus importants des régions méditerranéennes.

Summary

After an historical reminder of the different stages that have lead to the present truffle-growing, the authors underline the importance of the efforts made in Italy during the last ten years in research and experiments on truffle and truffle-growing.

Huge progresses have been made in defining mycorhization techniques, and determining ecological demands of the *Tuber*, especially *T. magnatum*, and understanding interactions between mycorhizes after planting.

The Ministry of the agriculture and the forests has directly intervened by raising up a vast schedule of researches and experiments ; by creating in 1981 a specialised Institute "le Centre de Recherches sur la truffe et la trufficulture de Sant'Angelo in Vado" (Research Center on truffle and truffle-growing of Sant' Angelo in Vado) ; by promulgating in 1985, a national outline law that has introduced, for the first time, the notion of "cultivation" of the truffle.

The authors insist also on the agrarian and ecological aspects in forest of truffle-growing, and underline its interest to face rationally the most important agricultural problems in forest of the Mediterranean areas.

Riassunto

Negli anni '80 abbiamo assistito ad una intensa ripresa del la attività relativa alla tartuficoltura in diversi paesi della regione mediterranea.

Notevoli sono stati i progressi in materia di ricerca e sperimentazione soprattutto per *Tuber magnatum* (tartufo bianco) tipico dell'ambiente italiano.

Per quanto concerne la vivaistica specializzata sono stati particolarmente studiati i fattori responsabili della micorrizzazione delle piante forestali con *Tuber magnatum*.

In un vasto territorio dell'Italia centrale è stato svolto un approfondito studio sul suolo, sul clima e sulla vegeta-

zione delle tartufaie naturali al fine di conoscere le esigenze ecologiche di *Tuber magnatum*.

Particolari sono stati gli studi compiuti in materia di coltivazione di *Tuber magnatum* specialmente per quanto attiene le pratiche agronomiche e per individuare le interazioni esistenti fra varie forme ectomicorriziche finalizzate alla creazione di condizioni favorevoli allo sviluppo della micorrizia in pieno campo.

Il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste attraverso lo Istituto Sperimentale per la Selvicoltura si è particolarmente interessato del settore dando vita ad una intensa attività sperimentale in materia di tartufi e tartuficoltura, creando un Ente specifico di ricerca.

E stato inoltre varata nel 1985 una Legge quadro nazionale "Normativa in materia di raccolta, coltivazione e commercio dei tartufi freschi e conservati destinati al consumo" che, oltre esaminare i vari aspetti, per la prima volta introduce la nozione di tartuficoltura.

Questa Legge apre ampie prospettive per la tartuficoltura, ha orientato molte regioni italiane ad intraprendere questo particolare tipo di coltivazione.

L'esempio dell'Italia dovrebbe servire anche ad altri paesi dell'area mediterranea interessati al tartufo poiché le condizioni ambientali favorevoli permettono sia una produzione spontanea, sia una coltivazione di questi prodotti.

La tartuficoltura si integra perfettamente nel territorio e può contribuire a risolvere diverse problematiche di vaste aree della regione mediterranea : forestazione, agricoltura, economia, protezione ambientale.

Infatti la coltivazione del tartufo consente un'integrazione del reddito, permette di recuperare ad una produttività terreni incolti o abbandonati ma anche quelli super sfruttati che necessitano di un riposo fisiologico per ricosituirsela nella loro fertilità.

In definitiva la tartuficoltura si presenta come interessante mezzo per risolvere alcuni problemi agro-forestali tipici della regione mediterranea.