

Boletus manicus

Le barcoding

*La nomenclature biologique :
une tour de Babylone*





ASSOCIATION ENTREVALAISE DE MYCOLOGIE ET DE BOTANIQUE APPLIQUÉE
 Membre de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes et de la Confédération Européenne
 Association régie par la loi de 1901. Siège social : chez le Dr Lucien Giacomoni F – 04320 Entrevaux (France)
 ☎ 04 93 05 48 10 et 04 93 05 46 04 - Fax : 04 93 05 46 40 - courriel : lucien.giacomoni@wanadoo.fr

BULLETIN N° 48 Décembre 2007

Page 2 : Ethnopharmacologie de *Boletus manicus* Heim
Gianluca Toro et Benjamin Thomas

Page 17 : Nouvelles données sur le champignon hallucinogène *Psilocybe kumaenorum*
Benjamin Thomas

Page 21 : Césium radioactif dans les champignons provenant des régions fortement et modérément exposées aux retombées de Tchernobyl
Tjakko Stijve

Page 31 : Un savant très discret
Didier Borgarino

Page 36 : L'Olivier d'Aniane
Gérard Roquemaure

Page 38 : Le « barcoding », un test génétique applicable aux champignons ?
Dr Lucien Giacomoni

Page 40 : La Nomenclature biologique, une tour de Babylone moderne
Pr Pier Luigi Nimis

Vouloir ressembler à tel maître revient à manger ses restants de soupe. La Nature m'a tout donné : alors, quand j'étudie les anciens, pourquoi ne pourrais-je pas les transformer ?

Shih-Tê (11^{ème} siècle)

On peut être un fameux érudit ou un fort savant, et n'être toutefois qu'un vieux sac plein de cendres. Je dis fort savant comme on dit un chien savant, fort de la halle ou fort en thème.

André Suarès, Valeurs, 1936

Le bulletin est ouvert à tout naturaliste, adhérent ou non à l'association, désireux de publier un travail original, même non conventionnel, mais si possible... intelligent et conforme aux Statuts et au Règlement Intérieur de l'AEMBA, c'est-à-dire n'entraînant aucune polémique de nature politique, philosophique ou religieuse. Le Comité de Lecture est juge souverain pour accepter ou refuser tout article proposé, et se réserve le droit de modifier la présentation, la mise en page, le choix des polices, la taille des caractères.

Responsable de publication : Dr Lucien Giacomoni
Directrice de la Commission du Bulletin : Alexandrine Sigaud
Responsable de la Commission de Lecture : Marie-France Haemmerlé
Abstracts (articles en français) : Fernande Isnardy
Traductions originales (articles en anglais) : Daniel Rémy
Coordination Administrative : Monique Correnson
Régie : Micheline Kessler, Paulette Guéret, Colette Giacomoni, Geneviève Brun

ETHNOPHARMACOLOGIE DE *BOLETUS MANICUS* HEIM

Gianluca Toro, Via S.Fer N°3, 10064 Pinerolo, Torino (Italie)

& Benjamin Thomas, 83 Payne Road, The Gap, Queensland 4061 (Australie)

Traduction originale de Daniel Rémy, 11400 Saint Papoul, mail : daniel.remy13@orange.fr

Résumé : *Boletus manicus* Heim est une espèce trouvée en Papouasie Nouvelle Guinée et considérée comme responsable de l'état nommé « folie du champignon », généralement caractérisé par une situation de grande agitation et de frénésie. Jusqu'à maintenant le ou les principes actifs, s'ils existent, demeurent inconnus. Le présent article prend en considération différentes hypothèses dans le but d'expliquer les effets rapportés.

Abstract: *Boletus manicus* Heim is a species found in Papua New Guinea and considered responsible of the so-called "mushroom madness", generally characterized by a condition of great excitement and frenzy. Until now, the active principle(s), if any, remain unknown. The present article takes in consideration various hypotheses, in order to explain the reported effects.

Données générales

Boletus (Tubiporus) manicus Heim a été récolté pour la première fois et décrit par le mycologue français R. Heim de la Vallée de la Wahgi dans le District des Western Highlands en Papouasie Nouvelle Guinée (HEIM) 1963 ; 1965b). De août à septembre 1963, HEIM a visité la Vallée de la Wahgi avec l'ethnomycologue américain R. G. WASSON (HEIM 1963 ; 1965b ; 1966 ; 1972 ; 1973 ; 1978, HEIM & WASSON 1964 ; 1965) afin d'enquêter sur les rapports de l'anthropologue australienne M. REAY selon lesquels, le peuple Kuma du groupe culturel Nangamp semblait utiliser des champignons hallucinogènes (REAY 1959 ; 1960) :

Il a été décrit pour la première fois par HEIM dans la Revue de Mycologie (1963) :

Famille : *Boletaceae*. Ordre : *Agaricales* ; Classe : *Basidiomycètes*

Pileus 13-16 cm de diamètre, hémisphérique, étalé, typiquement épais, habituellement blanc crémeux mais variant de couleur biscuit à couleur de noix avec de petites taches brun rouge, cuticule veloutée-duveteuse avec principalement la marge enroulée et la chair sous la cuticule est ferme avec une apparence vert de feuille teinté de citron et de crème, coloration quelque peu plus intense à l'intérieur du chapeau qui est citron bleuâtre pâle mais est d'un jaune plus profond chez les jeunes champignons, hyménium peu épais (+ 5 mm) non décurrent, rouge brique au début et ensuite veiné de vert mousse.

Stipe : cylindrique, en forme de pilon, épais mais pas trapu, plus mince vers le sommet et s'épaississant vers la base qui a un net aspect radicant, sans traces de rouge mais avec des marques vertes à la base, légèrement rose vers le haut, la partie supérieure pourvu d'un réseau polygonal rose-rougeâtre.

Chair : a une odeur plutôt forte et une saveur amère.

Spores 9-10,8 x 4-4,6 µm, sporée olivacée-ocracée.

Habitat : sur sol argilo-calcaire dans les forêts à l'altitude de 1500-1700 m, en août-septembre dans la Vallée de la Wahgi.

HEIM (1972) a comparé *B. manicus* à l'espèce européenne *Boletus satanas* Lenz. Comme *B. satanas*, *B. manicus* a un chapeau velouté blanchâtre, un hyménium rouge, un réseau rouge marqué sur le pied et une odeur forte. Toutefois, *Boletus satanas* est de plus grande taille, a un pied épais plus court que le chapeau, n'a pas de base radicante et de marques rouges nettes. La chair de *B. satanas* est presque blanche, molle, et presque douce plutôt qu'amère. *B. satanas* a des tubes longs qui se tachent parfois de noirâtre et a des spores plus grosses (11-16 x 4-7 µm). *B. manicus* de son côté est plus petit et plus élané que *B. satanas*, et sa chair est plus ferme, amère et plus fortement colorée. Le pied de *B. manicus* a une base radicante et n'a aucune trace de rouge sauf dans le réseau en haut du pied. *B. manicus* a aussi des pores plus courts et des spores plus petites. L'utilisation de champignons *nonda* a été rapportée pour la première fois de la région du Mont Hagen dans les Western Highlands par le Père W. A. ROSS (1936). ROSS, prêtre catholique américain de la Parole Divine qui vivait dans la Vallée de la Wahgi depuis 1933 nota que « le gingembre [*Zingiber* spp.] appelé *kobena* et une sorte de champignon sauvage appelé *nonda* » étaient les seuls « quasi narcotiques ou stimulants » utilisés dans la région du Mont Hagen. D'après ROSS, « le champignon sauvage appelé *nonda* rend l'utilisateur temporairement fou. Il entre dans une crise de frénésie. On sait que son utilisation a même conduit à la mort. On l'utilise avant de sortir pour tuer un autre indigène ou dans les moments de grande excitation, colère ou chagrin ».

L'anthropologue américain A. L. GITLOW a aussi mentionné l'utilisation d'« un type de champignon sauvage » appelé *nonda* dans la région du Mont Hagen (1947). La description de *nonda* par GITLOW est semblable à la description de ROSS. D'après GITLOW, le champignon sauvage provoque des crises de frénésie et on sait même qu'il a provoqué la mort. On le prend avant d'aller tuer un ennemi ou dans les moments de colère, tristesse ou excitation ». WASSON et sa femme eurent connaissance des champignons *nonda* dans la Vallée de la Wahgi et décrivent les effets des champignons *nonda* dans leur ouvrage *Mushrooms, Russia and History* (1957)

Le mycologue américain R. SINGER identifia ensuite *nonda* en tant qu'espèce autonome, *Russula nondorbingi* Singer. SINGER examina des spécimens de *nonda* qui avaient été envoyés aux Jardins Botaniques Royaux de Kew, Angleterre par

E. D. SHAW depuis le Service de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche de la Papouasie Nouvelle Guinée (SHAW 1972). Le *nonda*, d'après SINGER, produisaient « un mycétisme cérébral ». Toutefois, SINGER ne visita jamais la Vallée de la Wahgi pour ramasser des champignons *nonda*.

Au début d'octobre 1954, REAY observa que certains des Kuma qui vivaient près de Minj dans la partie centrale de la Vallée de la Wahgi « devenaient menaçants et couraient comme des fous furieux ». Les Kuma attribuaient ce comportement à la consommation d'un champignon ressemblant au champignon *nonda*. *Nonda* était consommé tout au long de l'année mais à certaines périodes, il produisait « une folie passagère chez certains ». REAY fit mention pour la première fois de l'utilisation des champignons *nonda* par les Kuma dans sa monographie *The Kuma: Freedom and Conformity in the New Guinea Highlands* (id). Un bref rapport ethnographique de REAY (« Mushroom madness in the New Guinea Highlands ») apparut dans le journal *Oceania* en 1960 et discutait de l'utilisation du champignon apparemment hallucinogène *nonda* parmi les Kuma (REAY 1960). À l'origine, REAY identifia de façon informelle quatre variétés de *nonda* associés à l'apparition de phénomènes de « folie fongique » chez les Kuma: *tuaadwa* (rouge avec un pied jaune); *kermaikip* (rouge avec un pied blanc); *ngam-kindjkants* (orange) and *ngam-ngam* (orange avec le milieu du pied violet) (HEIM 1978; REAY 1960). HEIM identifia chacun des quatre *nonda* décrits par REAY comme *Boletus nigroviolaceus* Heim (*tuaadwa*), *Boletus nigerrimus* Heim (*kermaikip*), *Boletus kumaensis* Heim (*ngamp-kindjkants*) et *Boletus reayi* Heim (*ngam-ngam*) (EMBODEN 1972; HEIM 1963; 1978).

HEIM et WASSON décidèrent d'explorer la Région de Minj et du Mt. Hagen en vue de faire des observations plus poussées et de récolter les champignons incriminés » (HEIM 1972), passant quelques semaines dans la Vallée de la Wahgi en août et septembre 1963 avec REAY et ramassèrent et identifièrent les champignons *nonda* associés à la folie fongique des Kuma (HEIM & WASSON 1964; 1965). Le résultat fut que HEIM et WASSON récoltèrent et identifièrent 11 espèces de *nonda* associés à la folie fongique Kuma: *Boletus flammeus* Heim (*nonda ulné Kobi*), *B. kumaensis* Heim (*nonda ngamp kindjkants*), *B. manicus* Heim (*nonda gegwants ngimbil*), *B. nigerrimus* Heim (*nonda kermaikip*), *B. nigroviolaceus* Heim (*nonda tua-rua*), *B. reayi* Heim (*nonda ngam-ngam*), *Heimiella anguiformis* Heim (*nonda mbolbe*), *Russula agglutinata* Heim (*nonda mos*), *Russula keirinea* Heim (*keirin*), *Russula maenadum* Heim (*nonda mos*), et *Russula psuedomaenadum* Heim (*nonda wam*) (HEIM 1972). HEIM et WASSON (1965) conclurent que « les champignons (ou au moins la plupart d'entre eux) ne semblaient pas causer d'effets physiologiques conduisant à la folie », établissant ainsi que ces espèces de *nonda* n'avaient pas de propriétés hallucinogènes (HEIM 1972).

B. manicus est un des six champignons considérés comme étant responsables du *komugl tai* et du *ndaadl* chez les Kuma (id). *Komugl tai* est "la condition des gens censés être affectés par les champignons [...] signifie une 'folie trémulante'" (REAY 1977). En Yu Wi, la langue des Kuma, *komugl* signifie "oreille" et aussi "surdité". (HEIM & WASSON 1965; REAY 1977). Dans d'autres régions de Papouasie Nouvelle Guinée où se déclarent aussi des phénomènes de folie fongique le terme local pour cet état de folie indique aussi la « surdité" (CLARKE 1973). Chez les Kuma, le terme *komugl* recouvre n'importe quelle incapacité à comprendre, y compris la folie permanente ou temporaire (HEIM & WASSON 1965; REAY 1977). *Komugl* est directement traduisible en Tok Pisin par *longlong* ("fou ou folie") (REAY 1977). *Tai* est le nom formel de l'Oiseau de Paradis Raggiana (*Paradisaea raggiana*). Cependant dans le contexte de folie fongique, "*tai*" signifie « qui tremble » (id). Ceci est censé être fondé sur les tremblements que fait l'oiseau Raggiana pour exhiber son plumage (HEIM & WASSON 1965; REAY 1977). *Komugl tai* signifie alors littéralement folie tremblante en Yu Wi. *Ndaadl* est aussi le terme pour la condition des femmes Kuma pendant le *komugl tai* et c'est aussi le nom d'une danse exécutée par les femmes (REAY 1960). D'habitude, les femmes Kuma ne consommaient pas *B. manicus* (REAY 1977). Toutefois, *B. manicus*, pouvait affecter les hommes et les femmes de la même façon. En 1965 REAY (id) observa une femme qui, disait-on, avait mangé *nonda gegwants nyimbil* (*B. manicus*). Cette femme devint agressive comme les hommes affectés par *komugl tai* et s'empara d'une lance et courut en tous sens en menaçant les autres femmes.

Le nom Kuma pour *B. manicus* est *nonda gegwants ngimbil* ou *nonda gegwants nyimbil*, et signifie littéralement "pénis de main gauche" à cause de la forme du pied qui pour les Kuma rappelle de façon évidente un pénis humain. Les Kuma croyaient aussi que ce champignon devait être cueilli de la main gauche (id).

Comportement de l'homme sauvage et théroogènes

Savage (*Wild*: sauvage (mais pas forcément d'idée de férocité comme en français), frénétique, déchaîné, furieux; traduit ici par « sauvage » par commodité NDT) appartient à la catégorie d'Etat Modifié de la Conscience défini par A.M. LUDWIG (1966; 1990) en tant que produit par une augmentation de stimulation extéroceptive et/ou d'activité motrice et d'émotion. Cette catégorie inclut des états mentaux excités résultant essentiellement d'une surcharge ou bombardement des sens, qui peuvent ou non être accompagnés d'activité ou d'effort physique intense (LUDWIG 1966; 1990). *Savage* est une altération de la conscience qui peut naître d'une turbulence émotionnelle interne ou l'un conflit ou de conditions externes conduisant à une excitation émotionnelle accrue (LUDWIG 1966).

Plusieurs anthropologues ont fait référence à ce modèle consistant à devenir frénétique et féroce en tant que « comportement de l'homme sauvage » (CLARKE 1973; COOK 1966; NEWMAN 1964; REAY 1977; THOMAS 2002b; 2003). Les premières mentions écrites de « comportement de l'homme sauvage » en Nouvelle Guinée furent publiées dans les années 30 DETZNER 1935; ROSS 1936). Les premières représentations ethnographiques de Nouvelle Guinée étaient basées sur des modèles eurocentriques qui prévalaient depuis le Moyen Âge (BERNHEIMER 1952; FRIEDMAN 1981; HOGDEN 1964) et évoquaient des images de barbarie monstrueuse et de cannibalisme qui sortaient des limites de la civilisation (KNAUFT 1990).

Le terme « comportement de l'homme sauvage » fut à l'origine introduit par l'anthropologue américain P.L. NEWMAN (NEWMAN 1964). Il fut suggéré par NEWMAN que « l'on a rapporté des modèles de comportements bizarres diversement appelés 'courir comme un fou furieux', 'devenir berserk', ou 'folie', concernant les sociétés de Nouvelle Guinée » (id).

Alors que la forme spécifique que prenait ce comportement variait d'une région à l'autre, il y avait une standardisation du modèle dans une région donnée qu'on se représentait localement comme un comportement anormal ou déviant. Par exemple chez les Gururumba de la haute vallée de l'Asaro (Eastern Highlands), ce comportement était connu sous le nom de *abaDe idzi Be* ou « étant (un) cochon sauvage » (*id.*). L'expression Gururumba est traduite figurativement par « homme sauvage ». Cette expression était utilisée par les Gururumba pour tracer un parallèle entre les actions d'un cochon sauvage et un modèle de comportement humain. Comme le cochon sauvage, l'homme sauvage Gururumba se précipitait d'un endroit à l'autre, gesticulait, attaquait, criait, éparpillait les objets et faisait irruption dans des groupes de gens. Pour les Gururumba, la sauvagerie d'un cochon ne résidait pas dans le fait de vivre en dehors du cadre de la domination humaine mais résultait du fait de s'éloigner d'un ensemble de conditions imposées. C'était cette qualité de sortir de ces conditions imposées qui était aussi une des caractéristiques les plus importantes d'un « homme sauvage » chez les Gururumba. On rapporte une condition similaire en Afrique caractérisée par « un état de frénésie dans lequel l' [individu] est agité, bruyant, incohérent, et peut-être sale, agressif et dangereusement violent » (CAROTHERS 1948). Des symptômes similaires d' « homme sauvage » sont rapportés d'un peu partout en Afrique coloniale (HARRIS 1957; LAMBO 1955; SMARTT 1956).

Dans de nombreuses régions différentes de la Papouasie Nouvelle Guinée, des modèles identiques de comportement ont été déterminés de façon variée comme automaniaque (WILLIAMS 1923; 1976a), folie *Vailala* (WILLIAMS 1923; 1934; 1976b), comportement hystérique violent et agressif (SINCLAIR 1957), *amok* (BURTON-BRADLEY 1968; 1970; 1972; CHOWNING 1961), *berserk* (KOCH 1969; NEWMAN 1964), hystérie collective (REAY 1965), psychose hystérique (LANGNESS 1965; 1967), *guria* (HOSKIN *et al.* 1969), *head-be-go-round* (WORSLEY 1957), *kapipi* (HYNDMAN 1984), folie *karuka* (SINCLAIR 1957), *kekelepa* (GODDARD 1998), *komugl tai* (REAY 1977), *longlong* (BURTON-BRADLEY 1973), *lulu* (RODRIGUE 1963), hystérie de masse (FRANKEL 1976), folie fongique (HEIM & WASSON 1965; NELSON 1970; REAY 1959; 1960; THOMAS 2002b), possession (GLICK 1967; KOCH 1969; SALISBURY 1966a; 1966b), folie rituelle (REAY 1977), phénomène ecstatique (BARR 1983; BARR & TROMPF 1983) et folie temporaire (CLARKE 1973). W.C. CLARKE (1973) a suggéré que ces états étaient mieux désignés en tant que « comportement de l'homme sauvage ». Le comportement de l'homme sauvage est défini simplement comme « un dérangement du comportement habituel » (CLARKE 1973). Ce terme peut avoir des avantages sur les autres possibilités parce que le comportement de l'homme sauvage n'a de sens technique ni en médecine, ni en psychiatrie. Les comportements de l'homme sauvage rapportés dans la littérature anthropologique incluent hyperactivité, augmentation du rythme de la respiration et du système circulatoire, chute de la température de la peau, sudation (NEWMAN 1964) halètement, tachycardie, tremblements, vertiges, mouvements erratiques, regard vitreux ou yeux révolvés (CLARKE 1973), surdité (REAY 1965), vision dédoublée, tremblements exagérés, aphasie intermittente (REAY 1960), hallucinations et perturbations visuelles et auditives (REAY 1977). On a aussi signalé le comportement de l'homme sauvage dans la Papouasie Occidentale voisine (KOCH 1969). Il a été relaté plusieurs fois de Papouasie Nouvelle Guinée que l'ingestion de diverses parties de plantes ou de champignons avait produit les symptômes du comportement de l'homme sauvage (CLARKE 1973). Parmi ces relations, il y a la description par L. HAMILTON (1960) de la consommation de certaines feuilles et écorce, celles de A. SINCLAIR (1957) de la consommation de certains fruits, celle de REAY (1960) décrivant la consommation de certains champignons et une relation anonyme disant que certaines feuilles étaient fumées (CONCERNED 1984).

Le néologisme *enthéogène* (« devenir divin à l'intérieur ») (RUCK *et al.* 1979) a été adopté par les ethnobotanistes pour décrire certaines plantes et champignons en particulier quand ils sont utilisés dans un contexte de rites ou de cérémonies (WASSON *et al.* 1986). Considérant que l'utilisation traditionnelle de plantes ou de champignons ne semblait pas produire d'hallucinations ou de désordres psychiatriques, C.A.P. RUCK *et al.* (1979) ont jugé que l'utilisation des termes hallucinogène, psychédélique et psychomimétique était incorrect, péjoratif et préjudiciable. Le terme *enthéogène* a été compris par certains de façon erronée comme synonyme d'hallucinogène (THOMAS 1999). Il renvoie au contraire à un contexte culturel plutôt qu'à l'utilisation de propriétés pharmaceutiques (OTT 1997). *Enthéogène*, par conséquent peut aussi décrire le contexte culturel de l'utilisation traditionnelle des enivrants chamaniques et autres plantes et champignons provoquant des visions.

Cependant dans certains contextes culturels, il est possible que le néologisme *enthéogène* ne soit pas le terme le plus approprié pour décrire l'enivrement chamanique ou l'utilisation de plantes donnant des visions (LA BARRE 1988; MC KENNA 1992). L'enivrement chamanique et l'utilisation de plantes donnant des visions sont associés dans certaines cultures à un « comportement bestial et belliqueux » (GRINSPOON & BAKALAR 1981). L. GRINSPOON and J.B. BAKALAR (1981) suggèrent par exemple que les cultures des anciens Aztèques, des Yamamamo du Venezuela, d'autres groupes d'Indiens d'Amazonie et les Rastafarians jamaïcains ne correspondent pas au stéréotype de l'utilisation passive et contemplative des plantes/champignons chamaniques ou donnant des visions. Ceci est dû au fait que les autres expériences chamaniques ou visionnaires dépendent du « cadre ou de la mise en scène créé par une culture particulière » (GRINSPOON & BAKALAR 1981). Comme l'utilisation de plantes/champignons chamaniques ou donnant des visions se produit dans un contexte culturel spécifique, ce contexte culturel sert nécessairement d'intermédiaire à l'expérience subjective d'enivrement (THOMAS 1999). Dans certaines cultures, l'expérience d'enivrement ne peut pas être décrite de façon appropriée en tant qu'*enthéogène* ni comme « devenant divine à l'intérieur ». C'est plutôt en tant que *thérogènes* qu'on peut considérer les plantes/champignons enivrants chamaniques et sources de visions et l'expérience d'enivrement dans le contexte de ces cultures pourrait mieux être caractérisée en tant que *thérogène* - « devenir une bête sauvage ».

Un *thérogène* est toute substance qui rend quelqu'un « sauvage » et décrit les enivrants chamaniques utilisés dans certaines cultures pour rendre les gens sauvages et féroces (*id.*). *Thérogène* est défini comme « n'importe quelle substance d'origine végétale, fongique ou chimique qui fait que quelqu'un devient une bête sauvage, ceci caractérisant les effets subjectifs des *thérogènes* » (*id.*).

Enthéogène et théroène constituent deux de ces modèles qui peuvent être adoptés par des cultures données. Théroène est un schéma de culture qui convient à beaucoup de cultures de Mélanésie, en particulier celle de Papouasie Nouvelle Guinée (*id.*). Le néologisme théroène est un terme approprié pour le contexte culturel d'enivrement rituel ou non en Papouasie Nouvelle Guinée ou beaucoup de plantes et de champignons sont utilisés pour devenir sauvage et féroce (*id.*).

Les théroènes provenant du règne végétal incluent essentiellement *Acorus calamus*, *Areca catechu*, *Brugmansia* spp., *Galbulimima belgraveana*, *Pandanus* spp., *Tabernanthe iboga*, *Piper methysticum* et *Nicotiana tabacum*. Les théroènes venant du règne fongique incluent essentiellement *Amanita muscaria* et éventuellement *Boletus* spp.

Parce que les théroènes ont différentes structures chimiques, ils ont de nombreuses propriétés pharmaceutiques différentes. Certaines de ces propriétés sont des stimulants du système nerveux central (SNC) (*A. catechu*, *N. tabacum* et *T. iboga*), des déprimeurs du SNC (*G. belgraveana*, *N. tabacum*, *P. methysticum* et *A. muscaria*) et des hallucinogènes (*N. tabacum*, *T. iboga* et *A. muscaria*). La nicotine produit une combinaison de ces propriétés pharmaceutiques (stimulant/déprimeur/hallucinogène).

Les théroènes produisent un comportement frénétique. Cela est caractérisé par un dérangement mental, du délire, un enthousiasme débridé et une agitation impossible à maîtriser (OTT 1995a). Cela est souvent accompagné d'une conduite bestiale est belliqueuse (GRINSPOON & BAKALAR 1981). Il se peut aussi que des hallucinations apparaissent. Ces hallucinations peuvent impliquer des animaux des thèmes sexuels ou des agressions (NARANJO 1973). Le délire est défini comme "dérangement mental caractérisé par des hallucinations, de l'excitation impossible à maîtriser, de l'émotion" (OTT 1995b). C'est un désordre plus ou moins temporaire des facultés mentales comme dans les fièvres, les perturbations de la conscience, l'enivrement, caractérisé par de l'agitation, de l'excitation, des illusions, des hallucinations, etc." (DELBRIDGE 1981). Le délire se réfère aussi à "un état d'excitation ou d'émotion violente" (*id.*).

Les théroènes sont des drogues qui mettent au jour le côté instinctuel de la psyché. Si les enthéogènes libèrent le dieu qui est à l'intérieur, (RUCK *et al.* 1979), alors les théroènes libèrent la bête qui est à l'intérieur. Ils magnifient l'homme-l'animal tandis que les enthéogènes magnifient l'homme-le dieu (NARANJO 1973). Les théroènes ne renvoient pas seulement aux propriétés pharmaceutiques. Ils renvoient aussi au contexte culturel de leur utilisation. L'expérience subjective des théroènes est toujours dépendante du cadre et de la mise en scène, en particulier le cadre et la mise en scène créés par une culture particulière.

Effets de *B. manicus*

La réputation de *B. manicus* en tant que (apparemment) hallucinogène a été rapportée pour la première fois par REAY (1960). Puis il a été popularisé pour ces propriétés psychotropes dans différents livres par W.A. EMBODEN (1972), R.E. SCHULTES & A. HOFMANN (1979), M. DOBKIN DE RIOS (1984), J. OTT (1996) et C. RÄTSCH (1998).

Selon ROSS (1936), le champignon *nonda* était un quasi narcotique et stimulant et rend le consommateur temporairement fou. On l'utilise avant de tuer un autre indigène ou pendant les états d'excitation, de colère ou de chagrin. GILTOW (1947) rapporte que le champignon *nonda* cause de la frénésie alors que selon Singer il induit « un mycétisme cérébral ». REAY (1960) débat de l'utilisation d'un champignon apparemment hallucinogène par le peuple Kuma, rapportant vision dédoublée, frissons, aphasie intermittente, surdité et d'autres symptômes impliquant perte de sensibilité et distorsion des stimuli. Pour HEIM et WASSON (1965) les champignons *nonda* ne semblent pas causer d'effets physiologiques conduisant à la folie. Les hommes Kuma ont aussi ressenti des modifications de la vision (incapacité à focaliser et mouvement du champ visuel), hallucinations lilliputiennes de démons de la brousse volant autour de leur tête faisant un grand bruit dans les oreilles (REAY 1977; THOMAS 2002a). Les démons de la brousse sont fréquents dans toute la mythologie traditionnelle de Papouasie Nouvelle Guinée. Par exemple les indigènes Niopo des Provinces de Madang et Mo robe se frottent le corps avec la plante psychotrope *Lycopodium squarrosom* avant d'aller se coucher afin de rencontrer de tels esprits dans leurs rêves, fournissant au sujet un chant qui a des significations spirituelles et curatives (VOOGLEBREINDER 2002-2003).

On a aussi relaté des hallucinations lilliputiennes en Chine pendant l'ingestion de certaines espèces de bolets bleuissants mal définis (STIJVE 1997). Selon les agriculteurs, les ramasseurs, les vendeurs et les commerçants, il est possible de voir des "petits hommes", si on consomme de tels champignons cuits de façon insuffisante. Dans un de ces cas, une personne consomma des champignons insuffisamment cuits et, peu après, vit tout un régiment de petits soldats défilant sur la table.. HEIM (1965a; 1965b; 1972; 1978) entreprit 3 intoxications volontaires avec moins de 60mg de champignons réduits en poudre. L'odeur était forte et désagréable. Dans le premier cas (1 mg), il ressentit "l'apparition de plusieurs visions lumineuses fugaces pendant le déroulement d'un rêve.". Dans un second cas (4 mg), il n'y eut pas d'effets notables tandis que dans un troisième cas il éprouva de légers malaises abdominaux sans conséquences. Mais selon HEIM les « doses faibles » employées, moins de 60 mg (OTT 1996), étaient insuffisantes pour faire de quelconques déductions particulières.

Mycochimie

Au cours de ces dernières années, le développement de la recherche taxonomique et biochimique dans le domaine des champignons bioactifs a conduit à l'identification d'un nombre croissant de nouvelles espèces (GUZMAN *et al.* 1998; SAMORINI 2002; STAMETS 1996; STIJVE 1995). Jusqu'à maintenant, on connaît plus de 150 espèces psychotropes, répandues dans le monde entier et appartenant à différents genres, répartis en 3 classes biochimiques distinctes selon l'identité des principes actifs produits: isoxasolique, psilocybie, et la classe caractérisée par la présence de dérivés de l'acide lysergique. La classe la plus importante pour le nombre d'espèces et sa diffusion et la psilocybie, comprenant des champignons produisant de la psilocybine, de la psilocine et de la baeosystine et appartenant aux genres *Psilocybe*, *Panaeolus*,

Inocybe, *Gymnopilus* et *robe* La classe isoxazolique est représentée par des espèces du genre *Amanita*, qui synthétisent de l'acide iboténique et du muscimol. La dernière classe inclut des espèces des genres *Claviceps*, *Aspergillus* et *Penicillium*.

Même si la recherche taxonomique est en développement constant, il n'y a pas eu de vrais progrès dans l'identification de nouveaux principes actifs, après les recherches réalisées par HOFMANN et l'isolement de la psilocybine et de la psilocine (STIJVE & GLUTZENBAUM 1999). Mais il est probable que dans un futur proche au moyen d'une approche chimico-toxicologique spécifique, on démontrera la présence de principes déjà connus ou nouveaux dans différents habitats et taxonomies (SAMORINI 1990). D'un point de vue chimique, il se pourrait que l'identification de nouveaux composés (psychotropes ou non) chez des espèces végétales et des champignons soit une entreprise difficile, longue et onéreuse, souvent décourageante. En général, en ce qui concerne les procédures d'analyses chimiques pour identifier la présence de nouveaux composés (psychotropes ou non), on doit mettre en évidence qu'il se pourrait que certaines données d'analyses soient difficiles à interpréter quand il n'y avait pas d'analyses de confirmation, que des données quantitatives précises n'ont pas été rapportées et que les concentrations sont très proches de la limite de détection de la méthode d'analyse utilisée (STIJVE & KUYPER 1988). La technique d'analyse moderne permet d'obtenir des résultats fiables, mais il faut faire ressortir qu'un certain temps est nécessaire pour repérer et corriger les erreurs du passé (STIJVE & GLUTZENBAUM 1999). Les techniques d'analyses disponibles par le passé avaient une sensibilité et une sélectivité faibles, causant parfois de fausses identifications positives de composés psilocybiens. Par exemple, le 5-Hydroxytryptophane le 5-Hydroxytryptamine ont été identifiés en tant que psilocybine chez des espèces du genre *Panaeolus* (STIJVE & KUYPER 1985).

En 1963, HOFMANN a analysé des échantillons de *B. manicus* que HEIM lui avait envoyés de Papouasie Nouvelle Guinée (HEIM 1965a; 1965b). Pour HEIM (1965b) il était difficile de faire sécher les champignons, de toute manière ils furent conservés dans une substance liquide. HOFMANN réalisa l'analyse en se servant de la chromatographie sur papier (PC) sur du papier non traité, avec du 1-butanol saturé d'eau comme phase mobile, utilisant du p-Diméthylaminobenzaldéhyde (p-DAB) dans du benzène, suivi par une exposition du chromatogramme séché à des vapeurs d'acide chlorhydrique, afin de révéler les taches colorées correspondant aux composés individuels isolés (STIJVE 2006a). Les résultats furent les suivants:

1) 43 g échantillon (séché)			
R _f 0.38	tache violette	Indol A (non identifié)	< 0,002%
R _f 0.65	tache bleue	Indol B (non identifié)	0,01%
R _f 0.78	tache violette	Indol C (non identifié)	0,01%
R _f 0.17	tache violette	Tryptophane	< 0,002%

Essai pur les alcaloïdes non indoliques: négatif

2) 4 g échantillon (séché)			
R _f 0.38	tache bleu-vert	Indol (non identifié)	ca. 0,04%
R _f 0.44	tache violette	Indol (non identifié)	ca. 0,01%
R _f 0.28	tache violette	Tryptophane	ca. 0,005%

L'identification exacte des indols rapportés comme "non identifiés" fut impossible parce que les quantités étaient trop faibles pour permettre des études de structure (HOFMANN 2001).

Pendant toutes les années 60, les analyses chimiques étaient réalisées aux Jardins Botaniques de Lae (Papouasie Nouvelle Guinée) sur des échantillons ramassés par SHAW et REAY (THOMAS 2000), mais maintenant ces données sont malheureusement perdues (THOMAS 2007).

Dans les années 2000, onregistra un regain d'intérêt pour la chimie de *B. manicus* (SPAGGIARI 2001; THOMAS 2000; 2003; THOMAS & SPAGGIARI 2002). En particulier, B. THOMAS et A. SPAGGIARI ont proposé des hypothèses sur l'identité possible des 3 indols non identifiés (THOMAS 2006a), à savoir des indolealkylamines de pharmacologie inconnue apparentées au DMT et à la bufoténine, nommés "manicines". Selon T. STIJVE (2006b), il est improbable que *B. manicus* contienne des composés actifs. En réalité le(s) principe(s) actif(s), si tant est qu'il y en ait est (sont) quasiment inconnu(s). Les auteurs envisagent maintenant d'entreprendre des nouvelles analyses sur des échantillons de *B. manicus* fraîchement ramassés. Les donnés spécifiques sur les techniques d'analyses seront présentés dans un futur article.

Les composés recherchés seront des composés indoliques, des phénéthylamines et des acides aminés, sur des extraits enrichis de champignon séché. La séparation et l'identification possible des composés individuels seront réalisées au moyen de HPLC avec détection par UV. En particulier pour les indols, il sera réalisé une analyse préliminaire au moyen de la chromatographie sur Couche Mince à Haute Performance (HPTLC), en utilisant une solution de p-diméthylaminocinnamaldéhyde (p-DMCA) en tant que réactif de pulvérisation chromatogène (STIJVE 2006c). Avant d'utiliser le p-DMCA, le chromatogramme sera inspecté en lumière UV pour voir s'il y a des composés absorbant les UV ou fluorescents et d'entamer l'analyse HPLC suivante.

Voici la liste des composés à rechercher : tryptophane (TP), tryptophol, 4-Hydroxytryptophane (4-HTP), 5-Hydroxytryptophane (5-HTP), tryptamine (T), 4-Hydroxytryptamine (4-HT), 5-Hydroxytryptamine (5-HT, sérotonine), 4-acide Hydroxyindolacétique (4-HIAA), acide 5-Hydroxyindolacétique (5-HIAA), N-Méthyltryptamine (NMT), analogues de la sérotonine, 6- and 7- tryptamines substituées, N,N-Diméthyltryptamine (DMT), 5-Méthoxy-N,N-diméthyltryptamine (5-MeO-DMT), 5-Hydroxy-N,N-diméthyltryptamine (5-OH-DMT, bufoténine), 4-Phosphoryloxy-N,N-diméthyltryptamine (4-OP-DMT, psilocybine), 4-Hydroxy-N,N-diméthyltryptamine (4-OH-DMT, psilocine), 4-Phosphoryloxy-N-méthyltryptamine (4-OP-MMT, baécocystine), 4-Phosphoryloxytryptamine (4-OP-T, norbaécocystine), 4-

Phosphoryloxy-N,N,N-triméthyltryptamine (aeruginascine), β -carbolines, acide phénylacétique, phénylalanine, tyrosine, phénéthylamine (PEA) et analogue de la phénéthylamine. Des analyses ADN sont également envisagées. Comme nous le verrons, le tryptophane est le précurseur dans la biosynthèse de la psilocybine, de la psilocine, de la baéocystine et de la norbaéocystine, en passant par un certain nombre de composés intermédiaires. Le 5-HTP est un métabolite du tryptophane et un précurseur du 5-HT, la tryptamine est aussi un précurseur alternatif du 5-HT, et la 5-HIAA est un métabolite du 5-HT. Il est aussi possible que le tryptophane soit un métabolite final, plutôt qu'un précurseur (STIJVE & DE MEIJER 1993). La 4-HIAA est un métabolite de la psilocine (BECK *et al.* 1998). La présence possible de DMT, de 5-MeO-DMT et de 5-OH-DMT est en relation avec le 5-HT (le 5-HT et ses précurseurs ont été identifiés dans *Amanita citrina* à de faibles concentrations et le 5-OH-DMT a été isolé à partir de cette espèce) (ANDARY *et al.* 1978; STIJVE 1979; TYLER & GRÖGER 1964). L'acide aminé phénylalanine est le précurseur de la phénéthylamine, tandis que l'acide phénylacétique est un métabolite de la PEA (BECK *et al.* 1998). D'autre part, la tyrosine pourrait être à l'origine de la structure de la PEA.

Hypothèses

Les hypothèses concernant la folie induite par *B. manicus* pourrai être résumées comme suit:

Présence des composés actifs dans le champignon contribuant complètement ou partiellement à l'effet:

- Effet attribué à des composés actifs seuls
- Effet attribué à des composés activés par des béta-carbolines présentes dans le champignon lui même ou dans le tabac

Présence de composés inactifs:

- Effet attribué au tabac
- Simulation

Discussion

Composés indoliques actifs

Selon HEIM (1972), les 3 composés indoliques isolés pourraient être psychotropes. Mais OTT (1999) considère comme anormaux les résultats d'analyses par HOFFMANN et l'auto expérimentation réalisée par HEIM comme douteuse. Nous pouvons faire l'hypothèse que *B. manicus* contient des composés indoliques psychotropes à la concentration de 1%. C'est à peine une concentration de l'ordre de traces (comme dans le cas des analyses rapportées ci-dessus) et c'est une concentration plus élevée que celles mises en évidence dans la plus grande partie des champignons psilocybiens mexicains analysés par HOFMANN. En considérant une dose inférieure à 60 mg, cela signifie que théoriquement *B. manicus* contiendrait moins de 0,6 mg de composés actifs, mais aucun indol fongique connu n'est actif à ce niveau par voie orale, au moins chez les champignons supérieurs. Les doses seuil pour la psilocybine, la psilocine et la baéocystine sont 3-4 mg, 2-4 mg et 4 mg, respectivement. La psilocybine est enthéogène à des doses supérieures à 10 mg, la psilocine à des doses supérieures à 6 mg, tandis que la baéocystine à la dose de 10 mg (OTT 1996). D'autre part l'acide iboténique et le muscimol sont enthéogènes à des doses de 50-100 mg et 15 mg, respectivement (*id.*). La seule substance qui pourrait expliquer des "visions fugaces lumineuses" à ce niveau ou à un niveau inférieur serait le LSD, mais le LSD est une substance semisynthétique dont on n'a jamais rapporté l'existence dans la nature jusqu'à maintenant. D'autre part, d'après OTT, l'absence de preuve que des dérivés indoliques artificiels existent dans la nature n'est pas non plus une preuve de leur absence de la nature (OTT 2000 [1997-1998]). De plus, la capacité d'une substance à induire une imagerie onirique vive est difficile à évaluer (OTT 1996).

D'autre part les preuves possibles de la présence de composés indoliques chez *B. manicus* sont représentées par la description des effets auditifs et visuels enregistrés après son ingestion (hallucinations lilliputiennes). Des hallucinations lilliputiennes sont aussi ressenties avec l'utilisation récréative de certaines tryptamines psychoactives, le DMT par exemple (O'RORKE 1998). De plus, la psilocybine et les autres tryptamines engendrent souvent un bruit de bourdonnement (BEACH 1996-1997). D'autre part, en fonction du cadre et du contexte, les champignons psilocybiens (contenant les composés indoliques psilocybine, psilocine et baéocystine) pourraient induire un contact plus profond avec l'environnement naturel et un comportement plus instinctif, agressif et sauvage, souvent accompagné de sensations sexuelles profondes. Cela correspondrait partiellement au comportement des Kuma sous l'influence de *B. manicus*.

Les analyses au moyen de PC (comme celles réalisées par HOFMANN) donnent en général des renseignements très limités sur la nature des composés séparés (THOMAS 2006b). D'autre part, le TLC a sur le PC les avantages d'un temps de développement plus court, du caractère inerte de la couche de silice envers les réactifs en pulvérisation corrosifs et un étalement minimal, ayant pour résultat une limite de détection 10 à 20 fois supérieure. Comparé à la couche de silice TLC standard, les couches pour HPTLC que nous avons proposés permettent des séparations plus nettes, des temps de développement plus courts, des distances de migration plus courtes, des échantillons plus petits (volumes), une diffusion minimale, une sensibilité accrue au niveau du ng (encore réduite par l'évaluation par fluorescence) (MACHEREY-NAGEL CATALOG 1996). En ce qui concerne le réactif de détection, l'utilisation de p-DMCA au lieu de p-DAB permet une meilleure sensibilité dans la détection des composés indoliques (généralement 50-100 μ g) (STIJVE 2006d).

Considérant les résultats de HOFMANN, les composés isolés sont présents seulement à des niveaux de traces et, mis à part le premier composé détecté (R_f 0.38), la position des autres taches ne semble pas très reproductible et les analyses pas très facilement interprétées. Dans les conditions de travail employées par HOFMANN, la psilocybine est localisée en tant que tache violette avec R_f 0.10, tandis que la psilocine l'est en tant que tache bleu vif avec R_f 0.50, while (STIJVE 2006e) et les valeurs R_f rapportées antérieurement ne vont pas bien avec ces dernières. Ainsi, en tant que résultat préliminaire, il est possible de formuler l'hypothèse que la psilocybine et la psilocine sont absentes.

D'autre part l'identification du tryptophane (même à l'état de traces) pourrait être mis en relation avec les chaînes de biosynthèse dans lesquelles le tryptophane est le composé précurseur menant à la formation de la psilocine et de la psilocybine dans un cas passant par le DMT en tant qu'intermédiaire:

1. Tryptophane → (hydroxylation) → 4-Hydroxytryptophane → (décarboxylation) → 4-Hydroxytryptamine → (méthylation) → 4-Hydroxy-N,N-Diméthyltryptamine - psilocine → (phosphorylation) → 4-Phosphoryloxy-N,N-Diméthyltryptamine - psilocybine
2. Tryptophane → (décarboxylation) → Tryptamine → (méthylation) → N-Méthyltryptamine → (méthylation) → N,N-Diméthyltryptamine → (hydroxylation) → 4-Hydroxy-N,N-Diméthyltryptamine - psilocine → (phosphorylation) → 4-Phosphoryloxy-N,N-Diméthyltryptamine - psilocybine

En raison du manque de spécificité des enzymes impliquées pour métaboliser des substances soit endogènes, soit exogènes (CATAFOMO & TYLER 1964; LEUNG & PAUL 1969; NEAL *et al.* 1968), une séquence linéaire de réactions se révélerait inadaptée, aussi, D.B. REPKE *et al.* (REPKE *et al.* 1977) ont-ils développé une "grille métabolique", prévoyant tous les chemins de biosynthèse proposés possibles.

En général la présence de certains composés est confirmée par l'absence virtuelle de leurs précurseurs (STIJVE & DE MEIJER 1993). Cela signifie que la biosynthèse d'un composé est sans effet si les intermédiaires sont présents à une concentration significative (STIJVE 2001). En ce qui concerne la présence possible d'indolealkylamines, nous pouvons considérer certaines données concernant le DMT, le 5-MeO-DMT et la bufoténine. Le DMT et le 5-MeO-DMT par voie orale ne sont pas actifs seuls mais seulement en combinaison avec les inhibiteurs des enzymes monoaminoxydases (MAO) présentes dans notre système gastro-intestinal (par exemple les β -carbolines) qui, si elles n'étaient pas inhibées activeraient les dérivés du DMT cités plus haut. De cette façon le DMT et le 5-MeO-DMT sont actifs à des doses respectivement de 50-60 mg et 10 mg (OTT 1996). En général, la bufoténine était considérée comme inactive par voie orale (*id.*), mais des résultats positifs furent obtenus dans des expériences avec des poudres à priser préparées avec des graines de *Anadenanthera* spp., telles que *Anadenanthera peregrina* var. *peregrina* et *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, dans lesquelles le 5-OH-DMT serait le seul alcaloïde significatif (OTT 2001). Récemment, OTT (2001) a réalisé une série d'auto expérimentations en employant ces deux espèces de plantes et en suivant différents modes d'administration, y compris la voie orale. Le résultat fut que le composé est actif par l'ingestion d'une dose encapsulée de 100 mg, pour éviter tout contact avec la muqueuse buccale, de la même façon le 5-OH-DMT était actif à la dose de 20 mg, combiné avec 40 mg l'inhibiteur de MAO harmaline (une β -carboline), toujours en capsule. Ces 3 tryptamines furent identifiées dans les espèces suivantes d'*Amanita*: *A. citrina* (DMT, 5-OH-DMT et 5-MeO-DMT), *A. porphyria* (DMT, 5-OH-DMT et 5-MeO-DMT) et *A. tomentella* (5-OH-DMT) (OTT 1996). Normalement, *A. citrina* et *A. porphyria* sont réputées sans danger et comestibles mais aussi probablement "hallucinogènes" (SAMORINI 1993).

β -carbolines

On pourrait aussi formuler l'hypothèse de présence de β -carbolines pour *B. manicus* (source interne). De tels composés ont été identifiés chez certaines espèces de champignons. La 3-Carboxytetrahydroharmine fut identifiée chez *Amanita muscaria* et d'après OTT (1996) sa présence pourrait aussi être supposée chez d'autres espèces du genre *Amanita*. Des β -carbolines furent aussi identifiées chez *Mycena haematopus* (GIACOMONI 2004). *Cortinarius infractus* contient de l'infractine, 6-Hydroxyinfractine et de l'infractopicrine (AZEMA 1987; GIACOMONI 1987; STEGLICH *et al.* 1984). Il faut considérer cette espèce comme toxique plutôt que comme psychotrope. (AZEMA 1987; SAMORINI 1990; 1993). *Coriolus maximus* contient de l'harmine (ALLEN & HOLMSTEDT 1980).

Si le DMT, le 5-OH-DMT et le 5-MeO-DMT sont présents à une concentration suffisante leur effet psychotrope pourrait se manifester soit avec l'action concomitante de la β -carboline à une concentration appropriée (dans le champignon lui-même) et agissant en tant qu'inhibiteur de MAO, ou après avoir fumé le matériel sec pulvérisé (SAMORINI 1993).

Une source externe de β -carbolines pourrait être le tabac mangé en accompagnement de *B. manicus*. *N. tabacum* contiendrait de petites quantités de harmine et de norharmine et la concentration est 40-100 fois plus élevée dans la fumée (RÄTSCH 1996). La présence de tels composés dans le tabac a été proposé pour expliquer son utilisation comme enivrant chamannique en général, même si les espèces de tabac importantes dans le chamanisme contiennent de la nicotine et parfois une quantité moindre de nor nicotine (JANIGER & DOBKIN DE RIOS 1976; OTT 1996).

Nicotine

Selon REAY (1999), *B. manicus* contient réellement le composé responsable de la folie des Kuma, mais il n'induit pas les effets parce qu'il est présent à une concentration insuffisante. Aussi l'effet doit-il être augmenté à partir d'une autre source, telle que quelque chose ingéré en même temps comme le tabac lui-même, selon un mécanisme de synergie (THOMAS 2000). Considérant la nicotine, elle stimule les enzymes métaboliques dans le foie et modifie la pharmacocinétique de nombreuses drogues, peut-être en potentialisant les effets des composés indoliques identifiés chez *B. manicus* (THOMAS 2002a).

En posant l'hypothèse que les composés actifs de *B. manicus* sont des indols, on peut trouver dans la documentation ethnobotanique différents exemples d'utilisation combinée de tabac en même temps que des espèces naturelles et des préparations contenant des indols : champignons psilocybiens (essentiellement psilocybine et psilocine; Mexique), *ayahuasca*

(essentiellement β -carbolines et DMT; Amazonie), poudres à priser (essentiellement DMT, 5-MeO-DMT et bufoténine; Amérique du Sud) et *iboga* (*Tabernanthe iboga*) (essentiellement ibogaïne; Afrique de l'Ouest) (RÄTSCH 1996). De toute manière, l'évaluation de l'action des β -carbolines et de la nicotine nécessite l'identification de la structure chimique des indols éventuellement présents (THOMAS 2006c). Pour l'instant, le mécanisme exact reste inconnu (THOMAS 2000). Une autre possibilité est l'inverse, c'est à dire que l'effet du tabac pourrait être potentialisé par celui des indols.

Variabilité de l'espèce

On peut aussi prendre en considération une variabilité possible de l'espèce considérée. Il est possible de faire la distinction entre :

- Variété. Modification ou déviation à partir des caractères définissant l'espèce.
- Forme. Elle est déterminée par des différences limitées par rapport au prototype.
- Variante. C'est le résultat de variations non héréditaires répétées, produites par la même espèce dans des régions géographiques et à des périodes différentes sous l'influence de facteurs biologiques, physiques et chimiques.
- Mutant. C'est le résultat d'une modification brutale s'exprimant avec une oscillation plus ou moins ample des caractères déterminants. Ce peut être un mutant morphologique, physiologique, ou chimique. On baptise ce dernier "race chimique"

En général, de tels cas (et surtout l'existence de races chimiques) pourraient être pris en considération pour *B. manicus*. Par conséquent des analyses ADN effectuées sur des échantillons de *B. manicus* seraient utiles afin de mettre éventuellement en évidence de telles différenciations.

D'autre part, le genre *Panaeolus* est caractérisé par la présence de quantités significatives d'urée et de composés de 5-Hydroxyindol (STIJVE 1992; STIJVE *et al.* 1984). Il serait possible de voir si l'hypothèse de STIJVE (1992) à propos de la capacité de certaines espèces de *Panaeolus* à synthétiser des composés psilocybiens pourrait aussi s'appliquer à *B. manicus*. Selon STIJVE, dans le genre *Panaeolus* la 5-Hydroxytryptamine était initialement présente en quantités plus ou moins significatives jusqu'à ce qu'une mutation génétique rende possible la biosynthèse de 4-Hydroxytryptamines (psilocybine et psilocine), en plus des 5-Hydroxytryptamines. Si un quelconque composé actif est présent chez *B. manicus*, il se pourrait aussi que l'action psychoactive soit partielle et qu'elle soit augmentée par autosuggestion.

Autres composés indoliques

Ici, nous considérerons brièvement la présence de différents composés indoliques chez d'autres espèces de champignons considérant que la présence de composés indoliques chez *B. manicus* ne signifie pas nécessairement qu'ils soient psychotropes (TORO 2004b). Il se pourrait que les composés indoliques chez *B. manicus* correspondent à certains d'entre eux.

Chez *Inocybe aeruginascens* (psychoactif), l'aeruginascine a été récemment isolée. Elle est strictement apparentée à la psilocybine et correspond à la 4-Phosphoryloxy-N,N,N-triméthyltryptamine (JENSEN 2004).

En ce qui concerne le genre *Psilocybe*, qui comprend de nombreuses espèces psychotropes, on a mis en évidence chez *Psilocybe semilanceata* 2 tryptamines non encore identifiées (STIJVE 1984), des composés indoliques avec une mobilité dans TLC légèrement inférieure à celle de la psilocybine (REPKE & LESLIE 1977) et 8 nouveaux composés (CALLIGARIS 1993-1994). Des composés indoliques inconnus ont été mis en évidence chez *Psilocybe coprophila*, *Psilocybe eucalypta*, *Psilocybe inquilina* et *Psilocybe montana* (MARGOT & WATLING 1981).

Dans le genre *Pluteus*, qui comprend quelques espèces psychoactives, on a détecté la présence de tryptamine chez *Pluteus cubensis*, différents dérivés de tryptamine chez *Pluteus xylophilus* var. *tucumanensis* et des métabolites de tryptophane chez *Pluteus ephesus* et *Pluteus xylophilus* (STIJVE & BONNARD 1986; STIJVE & DE MEIJER 1993).

D'autres tryptamines non identifiées sont présentes chez *Leucoagaricus* spp., *Psathyrella* spp. et *Sarcodon* spp. Dans le premier cas on suppose l'existence de 6- and 7- tryptamines substituées (métabolites du tryptophane), par exemple chez *Leucoagaricus pudicus*, chez qui, outre le 5-Hydroxytryptophane et analogues de la 5-Hydroxytryptamine seraient présents (STIJVE 2002-2003; STIJVE 2006f; STIJVE & DE MEIJER 1993). En ce qui concerne les *Psathyrella* spp., 2 tryptamines fluorescentes (psathyrelline I and psathyrelline II), non présentes dans les espèces de *Panaeolus* et de *Psilocybe*, ont été identifiées (STIJVE 1985; 2002-2003). En particulier, *Psathyrella spadicea* contiendrait des métabolites du tryptophane, peut-être du tryptophol (STIJVE 2006g; STIJVE & DE MEIJER 1993). Chez *Sarcodon atroviridis* il n'y a pas moins de 4 dérivés tryptaminiques et de la tryptamine (STIJVE 1995; 2002-2003), cette dernière aussi présente chez *Sarcodon imbricatum* (SMITH 1977).

En ce qui concerne l'identité des dérivés indoliques identifiés chez *B. manicus*, ce pourrait être des dérivés indoliques naturels comme ceux qu'on trouve chez d'autres champignons (possible), des dérivés indoliques naturels comme ceux que l'on trouve chez certaines espèces appartenant à la flore ou à la faune (douteux), des dérivés indoliques artificiels non signalés dans la nature (plausible), ou de nouveaux dérivés indoliques non signalés dans la nature et synthétisés chimiquement (très probable) (THOMAS & SPAGGIARI 2002).

Composés de type amphétamine

En ce qui concerne le rôle possible de composés stimulants de type amphétamines, on a identifié de la phénéthylamine (PEA) dans des échantillons suédois de *Psilocybe semilanceata* à une concentration maximum de 146 $\mu\text{g/g}$ sur du matériel frais (BECK *et al.* 1998). Ce composé est formé par décarboxylation de l'ubiquiste acide aminé phénylalanine et on ne l'a pas

identifié dans un quelconque autre champignon jusqu'à aujourd'hui. L'effet de la PEA est de type amphétamine induisant en particulier de la tachycardie et on a pu noter des réactions générales adverses après l'ingestion de *P. semilanceata*; les différences d'effet entre la psilocybine de synthèse et le champignon pourraient être dues à la présence de PEA dans ce dernier. D'un autre côté, la concentration de PEA est hautement variable comparée à celle de la psilocybine, si bien que des réactions adverses ne sont évidentes que dans quelques cas. La PEA est rapidement inactive par les enzymes MAO, formant de l'acide phénylacétique, tandis que la psilocybine est d'abord déphosphorilée en psilocine, qui à son tour est inactivée par les enzymes MAO, donnant de l'acide 4-hydroxyindolacétique (4-HIAA), en suivant un chemin mineur chez les rats. On ne sait pas de façon précise si la psilocine est un substrat pour les enzymes MAO_A- or MAO_B- mais on peut envisager qu'il y ait une interaction métabolique entre la PEA et la psilocine à travers une inhibition concurrente de telles enzymes.

Autres remarques

Il est possible que dans certains cas l'activité enzymatique soit si forte qu'elle dégrade rapidement les composés actifs éventuels (SAMORINI 1993). De toute manière la concentration des composés actifs éventuels pourrait être trop basse pour qu'ils soient physiologiquement actifs. Il se pourrait aussi qu'il soit difficile de les isoler (à cause de la présence d'autres constituants antagonistes) et de déterminer leurs structures chimiques (pour la faible concentration).

Tabac

Pour ce qui est du rôle du tabac, il y a en général des preuves croissantes que certaines formes de "comportement de l'homme sauvage" aient impliqué le nicotinisme (empoisonnement par la nicotine) comme résultat de l'ingestion de feuilles de tabac (CLARKE 1973; KOCH 1969; REAY 1960; 1977). Une de ces flambées est intervenue dans les Western Highlands de Papouasie Nouvelle Guinée dans les années 50. Ce comportement fut à l'origine caractérisé comme "folie fongique" et au départ on désigna comme coupable de ce comportement l'ingestion d'un champignon hallucinogène, mais il fut prouvé que cela était incorrect et ce fut expliqué comme une forme d'hystérie collective (HEIM & WASSON 1965; REAY 1959; 1960; 1965). Mais il y a des preuves suffisantes qu'il s'agissait d'un cas de nicotinisme. Pour cette raison, il est possible que d'autres apparitions soudaines de "comportement de l'homme sauvage" aient impliqué un empoisonnement par la nicotine.

On peut trouver des preuves de cela en comparant les symptômes physiques d'une telle condition décrite dans la littérature ethnologique avec les effets connus de la nicotine (CLARKE 1973; NEWMAN 1964; REAY 1959; 1965; VOLLE & KOELLE 1975). Les symptômes physiques du "comportement de l'homme sauvage" incluent rythme circulatoire et respiratoire accru, chute de la température périphérique, sueurs, halètements, accélération du pouls, tremblements, aphasie, étourdissements, maîtrise erratique des mouvements, yeux vitreux ou réversés, modification de la vision (y compris vision dédoublée), frissons, aphasie et surdité. De plus, le tabac peut aussi être considéré comme hallucinogène. Certains des effets induits par *B. manicus* sont semblables à ceux de la nicotine et il est possible que *B. manicus* soit une espèce inactive et que les effets rapportés ne puissent être que dus au tabac, même si les femmes Kuma ne mangent pas de tabac pendant la folie fongique (REAY 1977). En conséquence, l'expression "folie tabagique" a été proposée (THOMAS 2002b).

En relation avec l'intoxication volontaire par HEIM au cours duquel il ressentit des visions pendant un rêve, il est bon de noter le fait que *Duboisia hopwoodii* une espèce contenant de la nicotine (connue sous le nom de *pituri* en Australie) est signalée comme induisant des rêves (RUDGLEY 2000).

Simulation

Une autre possibilité est que la folie des Kuma serait un état simulé suivant l'ingestion d'un champignon inactif. Les espèces inactives seraient activées magiquement par un rituel. Ce serait une nécessité sociale et culturelle d'expression de soi, une occasion d'exprimer de l'agressivité, en libérant pendant quelques jours certaines personnes des contraintes de leur culture et devenant un moyen de catharsis sociale et une mesure de régulation (REAY 1977). Il serait socialement, traditionnellement, conventionnellement et inconsciemment accepté que l'ingestion de *B. manicus* a de tels effets. Une telle folie serait un comportement prévu depuis le début, suivant certaines règles sociales, indépendamment (ou en conjonction avec, si le champignon se révélait actif) d'une explication pharmacologique de l'effet. Nous relatons deux cas d'utilisations traditionnelles qui pourraient montrer le même mécanisme de simulation en Tanzanie et au Soudan.

Avant de chasser ou avant une bataille les guerriers Massaï (*moran*) de Tanzanie utilisent différentes espèces de plantes à l'action excitante, chacune d'elles portant une action agressive spécifique et une dénomination précise (LEHMANN *et al.* 1982; MERKER 1910). De telles plantes sont *Acacia abyssinica*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Agnaria salicifolia*, *Albizia anthelmintica*, *Euclea schimperi*, *Haemanthus* sp., *Maesa lanceolata*, *Myrica kilimandscharica* var. *macrophylla*, *Myrica salicifolia*, *Olinia Vokesii*, *Prunus africana* et *Pygeum africanum*. Le type de drogue et les doses étaient décidés par les chefs militaires (en même temps religieux), en fonction d'une activité particulière. Quand les batailles se prolongeaient, les guerriers continuaient à prendre des drogues atteignant souvent un état de fureur impossible à maîtriser (*em boschona*). Un tel état était introduit par un cri inhumain suivi par des convulsions musculaires et un état de violence impossible à maîtriser. Les guerriers armés attaquaient toutes les personnes autour d'eux aussi bien les amis que les ennemis. De telles explosions de violence n'étaient pas condamnées par la communauté mais acceptées et considérées comme étant de nature divine. Souvent les guerriers Massaï simulaient l'attaque *em boschona* devant les autres guerriers afin de démontrer leurs qualités.

La tribu Humr des arabes de Baggara, vivant dans le sud-ouest du Kurdofan au Soudan se consacre à la chasse aux éléphants et surtout aux girafes (TORO 2004a). Après avoir tué une girafe ils préparent un breuvage source de visions connu en tant que *umm nyolokh*, en utilisant à la fois le foie et la moelle des os de l'animal. Il semble que le but de leur chasse soit précisément la préparation de ce breuvage et non pour se procurer de la nourriture. Le fait de boire ce breuvage est censé causer une véritable obsession pour les girafes. Ses effets sont caractérisés par une ivresse et la production de rêves dans lesquels des girafes expliquent où trouver et chasser plus de girafes pour préparer à nouveau le même breuvage afin de donner plus d'hallucinations avec le même contenu. Ainsi ceux qui boivent du *umm nyolokh* seulement une fois, passent le reste de leurs jours à chasser des girafes. Il est important de noter que les Humr, étant des Mahdistes, ne boivent pas d'alcool et ne s'enivrent jamais avec des boissons alcooliques mais dans le cas particulier du *umm nyolokh* le terme utilisé est *sakeran*, c'est à dire "soûl". Selon certains anthropologues, cette boisson n'est pas un authentique hallucinogène et l'effet n'est pas produit par un quelconque principe actif. Au lieu de cela, l'action est produite par l'inconscient ou à travers des conventions sociales. En d'autres termes les règles tribales de vie sociale dictent l'attente d'états visionnaires avec le contenu décrit ci-dessus après l'ingestion du breuvage. Selon une autre hypothèse l'effet psychotrope est attribué à la présence de tryptamines endogènes (DMT, 5-MeO-DMT et bufoténine) dans la moelle des os de l'animal mais il est probable que leur concentration est trop faible pour induire un effet psychotrope.

Dans ce contexte, une autre possibilité est que *B. manicus* soit un substitut délibéré pour une autre authentique espèce hallucinogène employée dans le passé (REAY 1977). De telles espèces psychotropes mettaient les Kumas dans un état contemplatif les laissant sans défense, situation dangereuse à cause des attaques possibles par d'autres tribus. Aussi de telles espèces ont-elles nécessité un reclassement, en tant que socialement dangereuses et par conséquent non comestibles, et furent remplacées par des espèces inactives dont l'ingestion était suivie par la simulation de l'état décrit ci-dessus sous le nom de "folie fongique".

En l'absence d'un quelconque principe actif nous pouvons envisager les concepts de "symbole rituel de condensation", afin de mieux comprendre le rôle possible du champignon dans l'induction de la folie. Un symbole rituel de condensation permet de libérer la tension émotionnelle (d'une façon consciente ou inconsciente). Tous les symboles rituels ont une signification "normative", en référence à l'éthique et à des principes d'organisation sociale et une signification émotionnelle. Pendant les rites, les règles sont chargées d'émotivité et les émotions sont soumises à des règles (FERICGLA 1985). Dans le cas de la folie des Kuma, le champignon *B. manicus* pourrait être un tel symbole rituel de condensation. Ce pourrait être un "catalyseur émotionnel", un objet attirant et condensant en lui les émotions. Le manger signifie activer le symbole du champignon et libérer de telles émotions, c'est-à-dire la folie fongique. Alors, au moyen du symbole du champignon, la règle sociale prescrite du comportement de l'homme sauvage permet l'expression d'une expérience personnelle et inversement les émotions exprimées sont considérées comme faisant partie des règles sociales. En pratique un tel champignon serait une justification pour un tel comportement.

Références

- ALLEN J.R.F. & B.R. HOLMSTEAD. 1980. «The simple β -carbolines alkaloids» *Phytochemistry* 19: 1573-1582.
- ANDARY C. *et al.* 1978. «Mise en évidence et dosage fluorodensitométrique des dérivés 5-hydroxyindoliques. Application au dosage de la sérotonine, de la bufoténine et du 5-hydroxytryptophane chez *Amanita citrina* Fr. ex Schaeef.» *Trav. de la Soc. de Pharm. de Montpellier* 38 (3): 247-256.
- AZEMA R.C. 1987. «Un nouveau champignon hallucinogène: *Cortinarius infractus* Pers. ex Fr.» *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 103: 13-15.
- BERNHEIMER R. 1952. *Wild Men in the Middle Ages*. Harvard University Press, Cambridge.
- BURTON-BRADLEY B.G. 1968. «The amok syndrome in Papua and New Guinea» *The Med. J. of Australia* 1: 252-256.
- BURTON-BRADLEY B.G. 1970. *Psychiatry and the Law in the Developing Country with Special Reference to the Territory of Papua and New Guinea*, South Pacific Commission Technical Paper n° 164, South Pacific Commission, Sydney.
- BURTON-BRADLEY B.G. 1972. «Amuck», in: RYAN P. (Ed.). 1972. *Encyclopaedia of Papua New Guinea. Volume 1. A-K*. Melbourne University Press in association with the University of Papua and New Guinea, Melbourne.
- BURTON-BRADLEY B.G. 1973. *Longlong*. Public Health Department, Port Moresby.
- CALLIGARIS F. 1993-1994. *Investigazione su indolderivati e altri composti in Basidiomycetes di diversa provenienza. Analisi chemiometrica e cromatografica*. Tesi, Corso di Laurea in Chimica, Università degli Studi di Torino, Fac. Sci. Mat. Fis. Nat.
- CAROTHERS J.C. 1948. «A study of mental derangement in Africans and an attempt to explain its peculiarities, more especially in relation to the African attitude to life» *Psychiatry* 11: 47-85.

- CATALFOMO T. & V.E. TYLER. 1964. «The production of psilocybin in submerged cultures by *Psilocybe cubensis*» *Lloydia* 27: 53-63.
- CHOWNING A. 1961. «Amok and aggression in the d'Entrecasteaux», in: GARFIELD V.E. (Ed.). 1961. *Proceedings of the 1961 Annual Spring Meeting of the American Ethnological Society*. American Ethnological Society, Seattle.
- CLARKE W.C. 1973. «Temporary madness as theatre: wild-man behaviour in New Guinea» *Oceania* 43: 198-214.
- CONCERNED. 1984. «Mystery plants» *Post-Courier* August 14: 4.
- COOK E. 1966. «Conflict resolution and hysteria: another instance of "wild man" behavior from highland New Guinea» 34th *Southwestern Anthropological Association Meeting, 7th to 9th April, 1966*, Southwestern Anthropological Association, Davis.
- DELBIDGE A. 1981. *The Macquarie Dictionary*. Macquarie Library Pty. Ltd., New South Wales.
- DETZNER H. 1935. *Moeurs et coutumes des Papous*. Payot, Paris.
- DOBKIN DE RIOS M. 1984. *Hallucinogens: Cross-Cultural Perspectives*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- EMBODEN W.A. 1972. *Narcotic Plants*. The MacMillan Co., New York.
- FERICGLA J.M. 1985. *El Bolet i la Gènesi de les Cultures*. Editorial Alta Fulla, Barcelona.
- FRANKEL S. 1976. «Mass Hysteria in the New Guinea Highlands» *Oceania* 48: 106-133.
- FRIEDMAN J.B. 1981. *The Monstrous Races in Medieval Art and Thought*. Harvard University Press, Cambridge.
- GIACOMONI L. 1987. «Un nouveau champignon hallucinogène: *Cortinarius infractus* Pers. ex Fr. Notes complémentaires» *Doc. Myc.* 17 (68): 15-16.
- GIACOMONI L. 2004. «Place des champignons et des végétaux parmi les substances psychodysléptiques et plus particulièrement parmi les hallucinogènes vrais» *Bull. Féd. Mycol. Dauphiné-Savoie* 175: 5-31.
- GILTOW A.L. 1947. *Economics of the Mount Hagen Tribes, New Guinea*. American Ethnological Society, New York.
- GLICK L.B. 1972. «Sorcery and witchcraft», in: RYAN P. (Ed.). 1972. *Encyclopaedia of Papua New Guinea. Volume 2. L-Z*. Melbourne University Press in association with the University of Papua New Guinea, Melbourne.
- GODDARD M. 1992. «Big-Man, thief: the social organization of gangs in Port Moresby» *Canberra Anthr.* 15(1): 30-42.
- GRINSPOON L. & J.B. BAKALAR. 1981. *Psychedelic Drugs Reconsidered*. Basic Books, New York.
- GUZMÁN G. et al. 1998. «A worldwide geographical distribution of the neurotropic fungi, an analysis and discussion» *Ann. Mus. Civ. Rovereto* 14: 189-280.
- HAMILTON L. 1960. «An experiment to observe the effect of eating substances called ereriba leaves and agara bark» *Trans. of the Papua and New Guinea Sci. Soc.* 1: 16-18.
- HARRIS G. 1957. «Possession "hysteria" in a Kenya tribe» *Am. Anthr.* 59: 1046-1066.
- HEIM R. 1963. «Diagnoses latines des espèces de champignons *nonda* associés à la folie du *komugl tai* et du *ndaad*» *Revue de Mycologie* 28(3-4): 277-283.
- HEIM R. 1965a. «Les Bolets sataniques. Essai sur les espèces du groupe *Satanas*» *Rev. de Myc.* 30(4): 262-292.
- HEIM R. 1965b. «Les champignons associés à la folie des Kuma. Étude descriptive et iconographie» *Cahiers du Pacifique* 7: 7-64.
- HEIM R. 1966. «Le *Boletus flammeus*» *Cahiers du Pacifique* 9: 67-69.
- HEIM R. 1972. «Mushroom madness in the Kuma» *Human Biol. in Oceania* 1: 170-178.
- HEIM R. 1973. «Une nouvelle contribution à la connaissance de la folie fongique des Papous» *Cahiers du Pacifique* 17: 31-39.

- HEIM R. 1978. *Les Champignons Toxiques et Hallucinogènes*. Éditions Boubée, Paris.
- HEIM R. & R. G. WASSON 1964. «Note préliminaire sur la folie fongique des Kuma» *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 258: 1593-1598.
- HEIM R. & R.G. WASSON. 1965. «The “mushroom madness” of the Kuma» *Bot. Mus. Leaf, Harvard University* 21 (1): 1-36.
- HOFMANN A. 2001. Personal communication to B. Thomas.
- HOGDEN M.T. 1964. *Early Anthropology in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- HOSKIN J.O. *et al.* 1969. «Epilepsy and guria: the shaking syndromes of New Guinea» *Soc. Sci. and Med.* 3: 39-48.
- HYNDMAN D.C. 1984. «Ethnobotany of Wopkaimin *Pandanus*: significant Papua New Guinea plant resource» *Ec. Bot.* 38(3): 287-303.
- JANIGER O. & M. DOBKIN DE RÍOS. 1976. «*Nicotiana* an hallucinogen?» *Ec. Bot.* 32(2): 149-151; 30(3): 295-297.
- JENSEN N. 2004. *Tryptamines as Ligands and Modulators of the Serotonin 5-HT_{2A} Receptor and the Isolation of Aerginscin from the Hallucinogenic Mushroom *Inocybe aeruginascens**. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Georg-August-Universität zu Göttingen.
- KNAUFT B. 1990. «Melanesian warfare: a theoretical history» *Oceania* 60: 250-311.
- KOCH K.-F. 1969. «On “possession” behaviour in New Guinea» *J. of the Polyn. Soc.*, 77: 135-146.
- LA BARRE W. 1988. «Review» *J. of Ethnobiol.* 8(2): 221-222.
- LAMBO T.A. 1955. «The role of cultural factors in paranoid psychosis among the Yoruba tribe» *J. of Ment. Sci.* 101: 239-266.
- LANGNESS L.L. 1965. «Hysterical psychosis in the New Guinea highlands: a Bena Bena example» *Psychiatry* 28: 258-277.
- LANGNESS L.L. 1967. «Hysterical psychosis: the cross-cultural evidence» *Am. J. of Psych.* 124: 143-152.
- LEHMANN C. *et al.* 1982. «Aggression, Bravery, endurance, and Drugs: A Radical Re-Evaluation and Analysis of the Masai Warrior Complex» *Ethnology* 21(4): 335-347.
- LEUNG A.Y & A.G. PAUL. 1969. «The relationship of carbon and nitrogen nutrition of *Psilocybe baeocystis* to the production of psilocybin and its analogs» *Lloydia* 32: 66-71.
- LUDWIG A.M. 1966. «Altered states of consciousness» *Arch. of Gen. Psych.* 15: 225-234.
- LUDWIG A.M. 1990. «Altered states of consciousness», in: TART C.T. (Ed.). 1990. *Altered States of Consciousness* Harper Collins, San Francisco.
- MACHEREY-NAGEL CATALOG. 1996. Macherey-Nagel GmbH & Co. KG, Düren.
- MARGOT P. & R. WATLING. 1981. «Studies in Australian agarics and boletes. 2. Further studies in *Psilocybe*» *Trans. of the Brit. Myc. Soc.* 76 (3): 485-489.
- MC KENNA T.K. 1992. *Food of the Gods: The Search for the Original Tree of Knowledge. A Radical History of Plants, Drugs and Human Evolution*. Bantam Books, New York.
- MERKER M. 1910. *Die Masai*. Berlin.
- NARANJO C. 1973. *The Healing Journey: New Approaches to Consciousness*. Hutchinson & Co., London.
- NEAL J.M. *et al.* 1968. «Interrelationship of phosphate nutrition, nitrogen metabolism and accumulation of key secondary metabolites in saprophytic cultures of *Psilocybe cubensis*, *P. cyanescens* and *Panaeolus campanulatus*» *J. Pharm. Sci.* 57: 1661-1667.
- NELSON H. 1970. «On the etiology of mushroom madness in highland New Guinea: Kaimbi culture and psychotropism» *69th Annual Meeting of the American Anthropological Association*, American Anthropological Association, San Diego.
- NEWMAN P.L. 1964. «“Wild man“ behaviour in a new Guinea Highlands community» *Am. Anthr.* 66 (1): 1-19.
- O’RORKE I. 1998. «Welcome to the leisure dome» *The Idler* February-March, 30-34.

- OTT J. 1995a. «Technical Notes», in: SCHLEIFFER H. (Ed.). 1995, *Baron E. von Bibra Plant Intoxicants: A Classic Text on the Use of Mind-Altering Plants*. Healing Arts Press, Rochester.
- OTT J. 1995b. *The Age of Entheogens & The Angel's Dictionary*. Natural Products Co., Kennewick.
- OTT J. 1996. *Pharmactheon: Entheogenic Drugs, their Plant Sources and History*. Natural Products Co., Kennewick.
- OTT J. 1997. *Pharmacophilia, or The Natural Paradises*. Natural Products Co., Kennewick.
- OTT J. 1999. Personal communication to B. Thomas.
- OTT J. 2000 (1997-1998). «From Artificial to natural Drug» *Year. for Ethnomed. and the Study of Conscious*. 6-7: 341-348.
- OTT J. 2001. «Pharmañopo-Psychonautics: Human Intranasal, Sublingual, Intrarectal, Pulmonary and Oral Pharmacology of Bufotenine» *J. of Psych. Drugs* 33: 273-281.
- RÄTSCH C. 1996. *Schamanenpflanze. Tabak*. Nachtschatten Verlag, Solothurn.
- RÄTSCH C. 1998. *Enzyklopädie der Psychoactiven Pflanzen*. AT Verlag, Aarau.
- REAY M. 1959. *The Kuma: Freedom and Conformity in the New Guinea Highlands*. Melbourne University Press, Melbourne.
- REAY M. 1960. «"Mushroom madness" in the New Guinea highlands» *Oceania* 31 (2): 137-139.
- REAY M. 1965. «Mushrooms and collective hysteria» *Austr. Terr.* 5: 22-24.
- REAY M. 1977. «Ritual madness observed: a discarded pattern of fate in Papua New Guinea» *The J. of Pac. Hist.* 12: 55-79.
- REAY M. 1999. Personal communication to B. Thomas.
- REPKE D.B. & D.L. LESLIE. 1977. «Baeocystin in *Psilocybe semilanceata*» *J. Pharm. Sci.* 66 (1): 113-114.
- REPKE D.B. *et al.* 1977. «Baeocystin in *Psilocybe*, *Conocybe* and *Panaeolus*» *Lloydia* 40: 566-578.
- RODRIGUE R.B. 1963. «A report on a widespread psychological disorder called lulu seen among the Huli linguistic group in Papua» *Oceania* 33: 273-279.
- ROSS W. 1936. «Ethnological notes on Mt. Hagen tribes (Mandated Territory of New Guinea)» *Anthropos* 31: 341-363.
- RUCK C.A.P. *et al.* 1979. «Entheogens» *J. of Psych. Drugs* 11(1-2): 145-146.
- RUDGLEY R. 2000. *Encyclopedia of Psychoactive Substances*. Little, Brown and Company, UK.
- SALISBURY R.F. 1966a. «Possession among the Siane (New Guinea)» *Trans. Psych. Res.* 3: 108-116.
- SALISBURY R.F. 1966b. «Possession on the New Guinea Highlands: review of literature». *Trans. Psych. Res.* 3: 103-108.
- SAMORINI G. 1990. «Sullo stato attuale della conoscenza dei Basidiomiceti psicotropi italiani» *Ann. Mus. Civ. Rovereto* 5 (1989): 167-184.
- SAMORINI G. 1993. «Funghi allucinogeni italiani» *Ann. Mus. Civ. Rovereto Suppl.* Vol. 8 (1992): 125-150.
- SAMORINI G. 2002. «A contribution to the ethnomycology and ethnobotany of Alpine psychoactive vegetals» *Acta Phytoter.* 2: 59-65.
- SCHULTES R.E. & A. HOFMANN. 1979. *Plants of the Gods*. McGraw-Hill, New York.
- SCHULTES R.E. & A. HOFMANN. 1980. *The Botany and Chemistry of Hallucinogens*. C. C. Thomas, Springfield.
- SHAW D. E. 1972. «Fungi», in: RYAN P. (Ed.). 1972. *Encyclopaedia of Papua New Guinea*. Melbourne University Press in association with the University of Papua New Guinea, Melbourne.
- SINCLAIR A.J. 1957. *Field and Clinical Survey Report of the Mental Health of the Indigenes of the Territory of Papua New Guinea*. W. S. Nicholas, Port Moresby.

- SINGER R. 1958. «A *Russula* provoking hysteria in New Guinea» *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 9(4): 275-279.
- SMARTT C.G.F. 1956. «Mental maladjustment in the East African» *J. of Ment. Sci.* 102: 441-466.
- SMITH T.A. 1977. «Tryptamine and related compounds in plants» *Phytochemistry* 16: 171-175.
- SPAGGIARI A. 2001. «La necessità di maggiori risorse per l'enteobotanica: il caso del *Boletus Manicus* Heim» *Il Chimico Italiano* 12: 15-17.
- STAMETS P. 1996. *Psilocybin mushrooms of the world: an identification guide*. Ten Speed Press, Berkeley.
- STEGELICH W.S. *et al.* 1984. «Indolalkaloide aus dem Blätterpilz *Cortinarius infractus* (Agaricales)» *Tetr. Lett.* 25 (22): 2341-2344.
- STIJVE T. 1979. «Bufotenine concentrations in carpophores of *Amanita citrina* (Schaeff.) S.F. Gray» *Trav. Chim. Aliment. Hyg.* 70: 246-253.
- STIJVE T. 1984. «*Psilocybe semilanceata* als hallucinogene paddestoel» *Coolia* 27 (2): 36-43.
- STIJVE T. 1985. «Een chemische verkenning van het geslacht *Panaeolus*» *Coolia* 28 (4): 81-89.
- STIJVE T. 1992. «Psilocin, psilocybin, serotonin and urea in *Panaeolus cyanescens* from various origin» *Persoonia* 15 (1): 117-121.
- STIJVE T. 1995. «Worldwide occurrence of psychoactive mushrooms - an update» *Česká Mykol.* 48 (1): 11-19.
- STIJVE T. 1997. «Hallucinogenic Boletes in China?» *Eleusis* 7 (o.s.): 33.
- STIJVE T. 2001. «La pollution des champignons: le point sur l'arsenic» *Bull. Féd. Mycol. Dauphiné-Savoie* 160: 39-47.
- STIJVE T. 2002-2003. «Reviews - Trout's Notes on Some Simple Tryptamines - A brief overview & resource compendium by K. Trout & friends», in: *Eleusis* 6-7 (n.s.): 174-176.
- STIJVE T. 2006a. Personal communication to G. Toro.
- STIJVE T. 2006b. Personal communication to G. Toro.
- STIJVE T. 2006c. Personal communication to G. Toro
- STIJVE T. 2006d. Personal communication to G. Toro.
- STIJVE T. 2006e. Personal communication to G. Toro.
- STIJVE T. 2006f. Personal communication to G. Toro.
- STIJVE T. 2006g. Personal communication to G. Toro.
- STIJVE T. & J. BONNARD. 1986. «Psilocybine et urée dans le genre *Pluteus*» *Myc. Helv.* 2 (1): 123-130.
- STIJVE T. & A.A.R. DE MEIJER. 1993. «Macromycetes from the State of Paraná, Brazil. 4. The psychoactive species» *Arg. Biol. Technol.* 36 (2): 313-329.
- STIJVE T. & B. GLUTZENBAUM. 1999. «Experiences with a rare psychoactive mushroom, *Inocybe haemacta* Berk. et Br.» *Eleusis* 2 (n.s.): 59-68.
- STIJVE T. & T.W. KUYPER. 1985 «Occurrence of Psilocybin in Various Higher Fungi from Several European Countries» *Planta Medica* 5: 385-387.
- STIJVE T. & T.W. KUYPER. 1988. «Absence of psilocybin in species of fungi previously reported to contain psilocybin and related tryptamine derivatives» *Persoonia* 13 (4): 463-465.
- STIJVE T. *et al.* 1984. «Occurrence of 5-Hydroxylated Indole Derivatives in *Panaeolina foenisecii* (Fries) Kuehner from Various Origin» *Zeit. Myk.* 50 (2): 361-366.
- THOMAS B. 1999. «Therogens» *Eleusis* 3 (n.s.): 82-88.

- THOMAS B. 2000. «Psychoactive Card XIII: *Boletus manicus* Heim» *Eleusis* 4 (n.s.): 167-174.
- THOMAS B. 2002a. «Latest Ethnomycology Research in Papua New Guinea», *Ethnobotanica* 2002, February 16th, 2002, New South Wales.
- THOMAS B. 2002b. «“Mushroom madness” in the Papua New Guinea Highlands: a case of nicotine poisoning?» *J. of Psych. Drugs* 34(3): 321-324.
- THOMAS B. 2003. «*Boletus Manicus* Heim» *J. of Psych. Drugs* 35(3): 393-394.
- THOMAS B. 2006a. Personal communication to G. Toro.
- THOMAS B. 2006b. Personal communication to G. Toro.
- THOMAS B. 2006c. Personal communication to G. Toro.
- THOMAS B. 2007. Personal communication to G. Toro.
- THOMAS B. & A. SPAGGIARI. 2002. «Indole derivatives in a *Boletus* species from Papua New Guinea» *Shaman Australis Botanicals*, New South Wales.
- TORO G. 2004a. *Animali psicoattivi. Stati di coscienza e sostanze di origine animale*. Nautilus, Torino.
- TORO G. 2004b. «Psychoactive mushrooms: between mycochemistry and mycomythology» *Bull. de l'A.E.M.B.A.* 43: 1-7.
- TYLER V.E. & D. GRÖGER. 1964. «Investigation of the alkaloids of *Amanita* species II. *Amanita citrina* and *Amanita porphyria*» *Planta Medica* 12: 397-402.
- VOLLE R.L. & R.B. KOELLE. 1975. «Ganglionic stimulating and blocking agents», in: GOODMAN L.S. *et al.* (Eds.). 1975. *The Pharmacological basis of Therapeutics*. MacMillan Publishing Co., New York.
- VOOGELBREINDER S. 2002-2003. «Psychoactive Card XV: *Lycopodiaceae* Mirbel» *Eleusis* 6-7 (n.s.): 141-157.
- WASSON V.P. & R.G. WASSON. 1957. *Mushrooms Russia and History*. Pantheon Books, New York.
- WASSON R.G. *et al.* (Eds.). 1986. *Persephone's Quest: Entheogens and the Origin of Religion*. Yale University Press, New Haven.
- WILLIAMS F.E. 1923. *The Vailala Madness and the Destruction of Native Ceremonies in the Gulf Division*. Government Printer, Port Moresby.
- WILLIAMS F.E. 1934. «The Vailala madness in retrospect», in: EVANS-PRITCHARD E. E. *et al.* (Eds.). 1934. *Essays Presented to C. G. Seligman*. Kegan Paul, Trench, Trubner and Co., London.
- WILLIAMS F.E. 1976a. «The Vailala madness and the destruction of native ceremonies in the Gulf Division», in: SCHWIMMER E. (Ed.). 1976. *The Vailala Madness' and Other Essays*. C. Hurst & Company, London.
- WILLIAMS F.E. 1976b. «The Vailala madness in retrospect», in: SCHWIMMER E. (Ed.). 1976. *The Vailala Madness' and Other Essays*. C. Hurst & Company, London.
- WORSLEY P. 1957. *The Trumpet Shall Sound: A Study of 'Cargo' Cults in Melanesia*. MacGibbon & Kee, London.

Nouvelles données sur le champignon hallucinogène *Psilocybe kumaenorum* Heim

Benjamin THOMAS

83 Payne Road, The Gap
Queensland 4061, AUSTRALIA
benthomas70@hotmail.com

Traduction de **Daniel REMY**, 11300 Saint-Papoul
daniel.remy13@orange.fr

Résumé :

Psilocybe kumaenorum est un champignon hallucinogène bleuissant de la section *Zapotecorum* connu seulement de Papouasie Nouvelle Guinée par sa description originale par Heim. De nouveaux spécimens de Papouasie Nouvelle Guinée ont été récoltés et sont décrits, de plus des données ethnobotaniques sont fournies.

Abstract :

Psilocybe kumaenorum is a blue-staining hallucinogenic fungus of Section *Zapotecorum* known only from Papua New Guinea for its original description by Heim. New specimens from Papua New Guinea were gathered and are described, moreover ethnobotanical data are presented. Preliminary notes on analysis, cultivation and pharmacology are also included.

1. INTRODUCTION

Psilocybe kumaenorum R. HEIM est un champignon à lamelles bleuissant appartenant à la Section *Zapotecorum* du genre *Psilocybe* (GUZMAN 1983), qui fut récolté pour la première fois par Heim et Wasson en 1963 (HEIM et WASSON 1964 ; 1965) dans le sud de la Vallée de la Wahgi, Province des Western Highlands, Papouasie Nouvelle Guinée et décrit plus tard par Heim (HEIM 1967a ; 1967b). Ils cherchaient des renseignements sur la communication de Reay (REAY 1959 ; 1960) concernant les Kuma à propos de l'utilisation probable de champignons hallucinogènes.

Ce champignon est connu en tant que *koull tourroum*, *kougltourroum* ou *koobl tourroum* dans la langue Yuwi ou *yoowi* du peuple Kuma. Toutefois, le peuple Kuma utilisait ces noms pour un ensemble de champignons différents (HEIM 1967b), aussi se peut-il que ces noms vulgaires soient de peu d'utilité pour distinguer *P. kumaenorum* des autres espèces de champignons rencontrés dans le sud de la Vallée de la Wahgi

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

De nouveaux spécimens du champignon *P. kumaenorum* ont été récoltés dans des zones herbeuses dans la Hill Tops Lodge, près de la ville de Minj dans le sud de la vallée de la Wahgi, Province des Western Highlands, Papouasie-Nouvelle Guinée (Lat. S 5,55°, Long. E 144,40°), pendant la saison humide, fin janvier. Une étude microscopique a été réalisée avec des montages dans le réactif 5% KOH et avec un microscope électronique [HITACHI S-405A]

3. DESCRIPTION DU CHAMPIGNON ET DE SON HABITAT ET DISTRIBUTION

DESCRIPTION ORIGINALE : Revue de Mycologie 32(2) :206-207, 1967 (HEIM 1967a)

Pileus (chapeau) 5-7 mm de diamètre, sommet mamelonné et ponctué, mais non papillé, aplati et très irrégulier, avec une marge largement lobée/ échancrée souvent de manière assez grossière, étroitement enroulé vers le haut au début ; au commencement campanulé et entièrement brun-noir ensuite violet-cramoisi sombre à la circonférence (K.65) avec le centre crème carné (128C :153C) ou orange ; parfois avec de subtiles nuances verdâtres ; jaune-orangé, crème ou ocre clair (K.157'162) ou verdâtre (+ou- K.245) au sommet du mamelon ; marqué à la marge par des bandes pas très épaisses mais nettes d'un violet très foncé (K.544 foncé) ; très hygrophane, pâlisant rapidement (crème) comme le montre la dessiccation de petites ponctuations blanchâtres. **Stipe** (pied) atteignant 2,7 cm de long, 1,3 mm de diamètre, 2,5 mm à la base qui est légèrement mais nettement renflée ; blanc au début et marqué de fins sillons longitudinaux très droits d'un brun grisâtre, couleur d'argent au sommet où il y a de fins vestiges d'une délicate cortine blanche et soyeuse ; à la base : creux, avec un cortex rouge violacé, vert clair à l'extérieur (K.303C) ou gris tendant légèrement vers le bleu (K.325) ; chair jaune orangé (K.137). **Lamellae** (lames) crème au début puis ocre, ensuite mauve ou mauve-orange pâle (K.109 clair), finalement violettes avec une nuance pourpre +ou- K.105), blanches à l'arête et le restant ; adnées. **Chair** brunâtre avec une odeur de farine.

NOUVELLE DESCRIPTION

Psilocybe kumaenorum R. HEIM var. *wahgiensis* THOMAS = *P. kumaenorum* (R. HEIM) GUZMAN & THOM.

Pileus : 5-7 mm de diamètre, campanulé à mamelonné, ponctué et retroussé dans la vieillesse, violet foncé à brun noir, hygrophane, avec des ponctuations blanches. **Lamelles** : adnées, d'abord crème, puis ocre à mauve, finalement violettes, arêtes blanches. **Stipe** : (10) 22,5-27 x 1,2 (-2,5) mm, blanc, droit, brun-grisâtre, sillonné longitudinalement, couleur argent au sommet, creux, bleuissant. **Voile** sous forme de cortine blanche. **Chair** : charnue, crème dans le chapeau, brunâtre dans le stipe, odeur farineuse ; bleuissant facilement à la meurtrissure ou la coupure. **Sporée** : brun violacé foncé. Spores : 5,5-7,6 (8,5) x 3,5-4,2 μm . **Basides** 5-6,5 μm cylindriques. **Pleurocystides** : absentes. **Cheilocystides** : 3,5-4 μm fusiformes. **Habitat** : épars (disséminés) sur le sol, en petits groupes dans l'herbe (*Themeda australis* L.). **Distribution** : connu seulement de la localité du type. Guzman et Watling (1978) ont suggéré qu'il était possible que *P. kumaenorum* puisse se rencontrer aussi en Australie (Gold Coast, SE Queensland). On peut aussi trouver cette espèce en Nouvelle Zélande comme le rapporte Ott (1993). **Site de référence** : Hill Tops Lodge, Minj, Province des Western Highlands, Papouasie Nouvelle Guinée. Température moyenne maximum 78,5 ° F (= 25,83° C). Température moyenne minimum : 59° F (15° C). Précipitations (janvier) 254 mm.

4. DONNÉES ETHNOBOTANIQUES

L'utilisation de *P. kumaenorum* à des fins hallucinogènes est inconnue chez le peuple Kuma (HEIM 1967b ; HEIM & WASSON 1964 ; 1965). Les Kumas tiennent ces champignons pour vénéneux et ne les mangent pas. *P. kumaenorum* est classé par la taxonomie populaire traditionnelle Kuma comme espèce non comestible de champignon. On ne sait pas si les Kumas étaient conscients des effets hallucinogènes de la consommation des champignons de l'espèce *P. kumaenorum*.

Emboden (1979) a déclaré, « ... il semble improbable que, compte tenu de la large utilisation des champignons, la présence de *Psilocybe* avec ses composants puissamment enivrants : psilocine et psilocybine, soit ignorée des habitants indigènes [sic] pour n'être découverte que par un non-indigène visitant la région » (pp. 70-71). Il a été suggéré récemment par Guzman (2005) qu'il y a probablement certaines tribus en Papouasie-Nouvelle Guinée qui utilisent *P. kumaenorum* à des « fins religieuses » (p.1)

Poole (1987) a suggéré que *P. kumaenorum* a été utilisé de façon rituelle avec d'autres espèces de champignons chez le peuple Bimin-Kuskusmin de la Province de West Sepik, Papouasie Nouvelle Guinée. On rapporte qu'une espèce de champignons connue sous le nom de « nemeyaap » est utilisée en tant que rituel censé produire des effets hallucinogènes au cours des rites élaborés, en 12 étapes, d'initiation des garçons chez le peuple Bimin-Kuskusmin. Pour Poole (1987) ces champignons sont *P. kumaenorum*. Les rites d'initiation masculins des Bimin-Kuskusmin, d'après Poole (1987) impliquent 12 étapes en l'honneur de l'être androgyne ancestral Afek. Ces rites sont fondés sur l'utilisation de plantes sacrées connues sous le nom de « waraang » ce qui signifie « palpitations cardiaques » et renvoie aux effets physiologiques de ces plantes. Le champignon est

tenu par les Bimin-Kuskusmin pour un « champignon de la douzième étape » et est considéré comme extrêmement puissant et dangereux. Il est seulement utilisé par les anciens de haut rang dans la douzième étape finale du rituel d'initiation des garçons. L'utilisation du champignon chez les Bimin-Kuskusmin représente le summum de la reconnaissance par la tribu de la valeur et des pouvoirs de la force rituelle, de la connaissance et de la puissance. Ces champignons sont considérés comme si puissants et si dangereux que même si un ancien de haut rang était amené à les manger dans un quelconque autre contexte, ils l'empoisonneraient.

5. NOTES PRÉLIMINAIRES

Analyse

Un réactif coloré microcristallin préliminaire (Réaction de Keller) a été utilisé en dissolvant quelques milligrammes de poudre de champignons séchés à l'air dans 1ml de chlorure ferrique contenant de l'acide acétique et en précipitant avec 1 ml d'acide sulfurique concentré. Ce test avec un réactif a été positif pour la psilocybine (violet). D'autres tests avec des réactifs furent également positifs y compris le réactif de Van Urk (violet) et le Fast Blue B (rouge). L'analyse HPLC a identifié des composés indoliques (psilocybine et psilocine) dans les extraits à l'alcool éthylique de trois échantillons de basidiomes séchés (voir tableau 1)

Tableau 1

**CONCENTRATION EN ALCALOÏDES DANS LES BASIDIOMES SECS DE
P. kumaenorum (%)**

Echantillon	Psilocybine	Psilocine
1	0,36	0,14
2	0,54	0,11
3	0,39	0,18

Culture

Heim (1976b) a cultivé des mycéliums de *P. kumaenorum* à partir de spores dans des conditions artificielles sur de l'agar-agar malté pour produire une culture mycélienne blanc pur, floconneuse, ressemblant à du coton, se développant très lentement et formant des flocons collants remarquables en ce qu'ils étaient très droits, presque filiformes et avec des filaments mesurant environ 0,6-0,7µm. Ces méthodes furent efficaces pour la culture stérile de mycéliums sur agar-agar extrait de malt et mélange nutritif pour obtenir une fructification rapide sans « casing »¹ de la souche de *P. kumaenorum*

Pharmacologie

Les effets initiaux après 20 minutes incluent des nausées, le fait de se sentir « la tête légère », des douleurs musculaires et des douleurs abdominales. Cela fut suivi par de légers effets visuels incluant une vision floue, des couleurs plus vives, des images persistantes et des motifs visuels avec les yeux clos (images eidétiques) au bout d'une heure.. Il y eut des effets visuels accrus après 2 heures avec des distorsions du sens du temps et des modifications de l'humeur pendant environ 3 heures ½. L'effet total dura près de 6 heures avec aucun effet résiduel après 8 heures. Ceci est conforme aux premières études cliniques sur les effets pharmacologiques de la psilocybine.

¹ N.D.L.R. : Il s'agit d'une technique de gobetage : préparation dont il existe plusieurs variantes, réalisée dans une cuvette qui contient trois couches, la première de perlite ou vermiculite, la deuxième étant un substrat nourrissant (à base de riz ou de seigle) et la troisième de la terre. Avec nos remerciements à Bruno Gasparini et Duane Peres qui ont éclairé notre lanterne sur ce terme d'interprétation difficile pour le commun des mortels (*casing* est un mot d'interprétation délicate qui connaît de nombreuses acceptions dans des disciplines différentes).

Remerciements

L'auteur est reconnaissant envers le Dr Gaston Guzman du Mexique et le Prof. Dr Egon Horak d'Autriche, pour leurs commentaires, leurs critiques et leurs révisions de ce manuscrit et envers Alisson Lee (Lacey) pour son aide pour les traductions français anglais.

Références

- EMBODEN, W. A. 1979. *Narcotic Plants* [Second Edition, Revised and Enlarged]. MacMillan Publishing Co., New York.
- GUZMÁN, G. 1983. *The Genus Psilocybe. A systematic revision of the known species including the history, distribution and chemistry of the hallucinogenic species. Beihefte zur Nova Hedwigia Heft 74.* J. Cramer, Vaduz, Germany.
- GUZMÁN, G. 2005. "The known hallucinogenic species of *Psilocybe* (Agaricomycetideæ) in the world: traditional uses and distribution," *International Journal of Medicinal Mushrooms* 3: 411-412.
- GUZMÁN, G. and WATLING, R. 1978. "Studies in Australian agarics and boletes. 1. Some species of *Psilocybe*," *Notes from the Royal Botanic Garden* [Edinburgh, Scotland] 36: 179-210.
- HEIM, R. 1967a. "Breves diagnoses latine novitatum genericarum specificarum que nuper descriptarum," *Revue de Mycologie* 32(2): 203-210.
- HEIM, R. 1967b. "Les *Psilocybes Cérulescents* de Nouvelle-Guinée," In: Heim, R.; Cailleux, R.; Wasson, R. G. & Thevenard, P. (eds) *Nouvelles Investigations sur les Champignons Hallucinogènes*. Paris, France: Muséum National d'Histoire Naturelle. pp. 186-188.
- HEIM, R. and WASSON, R. G. (1964). "Note préliminaire sur la folie fongique des Kuma," *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences* 258: 1593-1598.
- HEIM, R. and WASSON, R. G. (1965). "The 'mushroom madness' of the Kuma," *Botanical Museum Leaflets* [Harvard University] 21(1), 1-36.
- OTT, J. 1993. *Pharmactheon: Entheogenic Drugs, their Plant Sources and History*. Natural Products Co., Kennewick, Washington.
- POOLE, F. J. P. 1987. "Ritual rank, the self, and ancestral power: liturgy and substance in a Papua New Guinea society," In: Lindstrom, L. (ed) *Drugs in Western Pacific Societies: Relations of Substance*. University Press of America, Lanham, Maryland. pp. 149-195.
- REAY, M. 1959. *The Kuma: Freedom and Conformity in the New Guinea Highlands*. Melbourne University Press, Melbourne, Victoria.
- REAY, M. 1960. " 'Mushroom madness' in the New Guinea highlands," *Oceania* 31(2), 137-139.

CÉSIUM RADIOACTIF DANS LES CHAMPIGNONS PROVENANT DE RÉGIONS FORTEMENT ET MODÉRÉMENT EXPOSÉES AUX RETOMBÉES DE TCHERNOBYL

Tjakko Stijve, Sentier de Clies n° 12, CH-1806 St.-Légier, Switzerland

Traduction de Daniel Remy, 11400 Saint Papoul

Résumé

Pendant la période de 1989 à 1991, on a comparé les teneurs en radiocésium de différents champignons comestibles provenant de régions modérément et fortement exposées aux retombées de Tchernobyl. La plupart des champignons provenant de France, de Suisse, d'Allemagne et d'Italie étaient conformes à la limite maximale en vigueur de la CEE, tandis que ceux ramassés dans la région hautement contaminée de Gåvle, située à environ 170 km au nord de Stockholm (Suède), contenaient souvent du radiocésium en quantités qui dépassaient cette limite par 10 à 100 fois. En outre, les mesures exécutées pendant trois années consécutives ont indiqué une tendance à la hausse plutôt qu'à la baisse, ce qui s'explique par la pénétration lente du radiocésium dans le sol, où cet isotope est donc lentement assimilé par le mycélium. Les facteurs multiples qui déterminent les concentrations de radiocésium dans les champignons, comme la position taxonomique, le comportement écologique, la valeur du pH et la composition minérale du sol, ainsi que la profondeur du mycélium, sont discutés en détail.

Abstract

Radiocesium levels in various species of edible mushrooms from regions moderately and highly exposed to the fall-out of the Chernobyl accident were measured during the period 1989-1991. Most mushrooms from France, Switzerland, Germany, and Italy were found to be in compliance with the EEC legal limit, whereas those gathered in the highly contaminated Gåvle area, 170 km north of Stockholm (Sweden), often contained radiocesium in amounts exceeding 10-100 times the said limit. In addition, the measurements performed during three consecutive years indicated an upward rather than a downward trend, which can be explained by the increased availability of radiocesium to the fungal mycelium with time.

The various factors that determine the radiocesium concentrations in mushrooms such as taxonomical status, ecological position, pH-value and mineral composition of the soil, depth of the mycelium, etc. are discussed in detail.

INTRODUCTION

Dans un article récent (1) nous avons discuté des concentrations de césium radioactif mesurées chez des champignons sauvages qui se sont révélés être d'excellent bio-indicateurs pour les retombées libérées par l'accident de Tchernobyl d'avril 1986.

Le contenu de césium radioactif de la même espèce de champignon variait considérablement d'un pays à l'autre. On trouva des niveaux faibles à modérés en Suisse, Allemagne et Pays Bas, alors que des valeurs à 5-6 chiffres furent mesurées dans des récoltes de Gåvle, une région de Suède à environ 170 km au nord de Stockholm, qui avait été la plus exposée à la première vague de retombées pendant le désastre de Tchernobyl. Bien que le danger pour la santé provenant de la consommation de tels champignons contaminés soit en fait faible (à cause de leur place mineure dans l'alimentation quotidienne), on a exprimé des inquiétudes concernant les niveaux accrus de césium radioactif chez les animaux herbivores. Par exemple, de tels animaux dans les zones forestières et montagneuses de Norvège se régalaient de champignons, avec, comme résultat un taux de césium radioactif accru dans le lait et la viande (2) à certaines périodes de l'année.

L'accident de Tchernobyl s'est produit il y a plus de six ans. Depuis lors, les niveaux de césium radioactif des céréales, des fruits et des légumes ont, au moins en Europe Occidentale, décliné jusqu'à atteindre des niveaux acceptables, mais dans les champignons, la concentration continue à être élevée. Pour cette raison, nous avons pensé qu'il était intéressant de réaliser des mesures pendant trois années consécutives sur des champignons comestibles récoltés dans la région fortement exposée de Gåvle déjà nommée. Par comparaison, nous avons examiné plusieurs des mêmes espèces ramassées dans des pays moins exposés comme la Suisse, la France, l'Allemagne et l'Italie. De plus, nous avons essayé de nous faire une idée des facteurs qui déterminent le taux d'accumulation du césium radioactif dans les champignons, ce qui est, comme il en a déjà été question auparavant, un phénomène plutôt complexe (1).

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Échantillonnage :

Dans différents sites de la région de Gävle en Suède, les espèces de champignons intéressantes ont été ramassées en quantités de 20-200 g suivant la disponibilité. L'identification botanique a été réalisée par la mycologue Anna-Stina Edholm de l'Université de Malmö. Les champignons provenant de France, de Suisse, d'Allemagne et d'Italie furent soit achetés sur des marchés locaux, soit fournis par des amis mycologues. Pour inclure quelques échantillons provenant d'une région n'ayant pas reçu les retombées de Tchernobyl, quelques espèces connues pour accumuler les radioéléments furent obtenues des USA. Les champignons furent brossés à la main pour enlever toute trace de feuilles ou de terre y adhérant, séchés à l'air à une température d'environ 80°C, et réduits en poudre fine. Afin de mesurer l'accumulation de césium radioactif, des échantillons de sol furent prélevés à des profondeurs de 0 - 5 cm, et 5 - 10 cm, séchés dans les mêmes conditions que les champignons et passés dans un tamis à mailles de 0.4 mm.

Mesure :

Les radionucléides Cs-134 et Cs-137 furent mesurés par spectrométrie gamma dans de simples récipients cylindriques en plastique de 20 ml en utilisant le même matériel et la même calibration que ceux décrits par Zimmerli et Bosshard (3).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La liste des résultats pour les niveaux de césium radioactif tels qu'ils furent déterminés chez les champignons présentant un intérêt est exposée dans les tableaux I et II. Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, ces champignons sont tous de bons comestibles avec l'exception notable de *Paxillus involutus*, qui est même toxique mais que nous avons inclus pour ses mérites en tant qu'espèce indicatrice (4). Pour une meilleure comparaison, tous les résultats sont exprimés en poids sec. Le contenu en eau des champignons est variable et il est plus facile de manier des poudres que des carpophores. Il faut tenir compte de ce mode d'expression lorsqu'on considère la limite légale EEC qui est de 600 Bq/kg pour les denrées alimentaires sur la base de « offert à la vente ». En prenant en compte un contenu aqueux de 90% en moyenne, cette limite devient 6000 Bq/kg pour les champignons secs.

Dans la région de Gävle tous les champignons comestibles analysés dépassent apparemment cette limite, bien que l'on puisse occasionnellement trouver quelques espèces de chanterelles qui soient en conformité! (Tableau 1). D'autre part, les valeurs du Tableau II indiqueraient que des niveaux excessifs de césium radioactif dans des champignons provenant de France, de Suisse, d'Allemagne et d'Italie sont moins fréquents. Parmi les espèces citées dans la liste *Rozites caperatus* reste un cas spécial. Comme cela a été rapporté auparavant (1), le mycélium de ce champignon pénètre profondément dans le sol où il peut puiser du vieux Cs-137 provenant des essais nucléaires atmosphériques réalisés dans les années 60. Apparemment, Tchernobyl a peu contribué au contenu en césium radioactif de la récolte française de 1991, où le rapport entre Cs-137 et

Cs-134 est: $\frac{4610}{220} = 21$.

Le rapport dans la récolte de Gävle de 1991 est 11.9, c'est à dire environ le même que celui mesuré dans d'autres champignons récoltés simultanément, et très proche de la valeur théorique de Tchernobyl. Cela signifie que les concentrations de "vieux" césium radioactif dans les récoltes de Gävle sont pratiquement négligeables.

TABLEAU I

NIVEAUX DE CÉSIUM RADIOACTIF DANS LES CHMPIGNONS RÉCOLTES DANS LA RÉGION DE GAVLE EN SUÈDE

Toutes les valeurs en Bq/kg de poids sec

ESPECES	1989		1990		1991		R 1991
	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	
<i>Cantharellus cibarius</i> A	2120	13600	2560	27200	----	13200*	---
<i>Cantharellus cibarius</i> B	---	---	243	2660	293	3350	11,4
<i>Cantharellus (lutescens) tubaeformis</i>	7800	49500	4910	50000	862	10200	11,8
<i>Craterellus cornucopioides</i>	---	---	---	---	6690	79400	11,9
<i>Gomphus clavatus</i>	---	---	17600	185000	11900	142000	11,9
<i>Rozites caperatus</i>	---	---	9850	103000	30900	367500	11,9
<i>Hydnum rufescens</i>	---	---	2000	21900	8820	105000	11,9
<i>Hydnum repandum</i>	---	---	3030	33400	13300	159000	12,0
<i>Sarcodon imbricatus</i>	---	---	874	8870	4380	51000	11,6
<i>Paxillus involutus</i>	18800	121500	16400	160900	----	-----	--
<i>Hygrophorus karstenii</i>	---	---	2070	22400	56400	678000	12,0
<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	40800	277000	---	---	44350	526000	11,8
<i>Boletus edulis</i>	---	---	2080	21300	---	15600*	---
<i>Suillus luteus</i>	29300	188800	3280	34490	8910	107000	12,0
<i>Xerocomus badius</i>	3830	24000	---	---	---	----	---

R = $\frac{\text{Cs-137}}{\text{Cs-134}}$ * valeurs de césium radioactif total mesurées par le Miljö Laboratoriet de Gävle

Malheureusement, il a été impossible de comparer les énormes niveaux des *Hygrophorus* spp. provenant de Gävle avec du matériel correspondant provenant de zones moins exposées. Les espèces comestibles apparentées (qui peuvent avoir beaucoup moins d'affinité pour le césium (radioactif) par exemple *Hygrophorus marzuolus* et *H. agathosmus* avaient des concentrations basses allant de < 100 to 850 Bq/kg

Les nombres listés dans le tableau I pour les trois années consécutives n'indiquent pas la moindre tendance à la baisse. Au contraire, les valeurs pour plusieurs champignons de la récolte de 1991 sont même plus élevées que celles des années précédentes, ce qui est particulièrement frappant pour l'isotope ayant la vie la plus courte Cs-134! Ces niveaux plus élevés peuvent être expliqués par la disponibilité du césium radioactif augmentant pour le mycélium avec le temps. Apparemment les retombées sont lentes à pénétrer dans le sol et le taux d'accumulation des champignons peut être influencé par leurs relations mycorhiziennes avec les arbres, comme nous en discuterons plus bas. Le tableau II confirme que l'activité du césium radioactif dans les champignons pour les quatre pays mentionnés en généralement faible. Cela est même le cas pour des accumulateurs notoires tels que *Xerocomus (Boletus) badius* et *Rozites caperatus*, observation corroborée par le Rapport Annuel du Laboratoire du Canton de Berne de 1991, qui a mentionné que ces deux champignons et d'autres champignons comestibles récoltés localement étaient conformes à la législation.

TABLEAU II

CONCENTRATION EN CÉSIIUM RADIOACTIF DANS DES CHAMPIGNONS PROVENANT DE SITES DIVERS EN SUISSE, FRANCE, ALLEMAGNE ET ITALIE. Toutes les valeurs en Bq/kg de poids sec

ESPECES	1988 / 1989		1990		1991	
	<i>Cs-134</i>	<i>Cs-137</i>	<i>Cs-134</i>	<i>Cs-137</i>	<i>Cs 134</i>	<i>Cs-137</i>
<i>Cantharellus cibarius</i>	---	---	21 - 49	520 - 560	---	---
<i>Canth. tubaeformis</i>	1200	8300	510 - 970	4830 - 6060	---	---
<i>Craterellus cornucopiodes</i>	< 30	50 - 150	---	---	---	---
<i>Gomphus clavatus</i>	20	950	---	---	---	---
<i>Rozites caperatus</i>	140-1020	3360-11300	90 -100	5090 - 6140	220	4610
<i>Paxillus involutus</i>	940-4070	4870-19800	---	---	---	---
<i>Boletus edulis</i>	20 - 100	100 - 480	< 10	20 -160	25	300
<i>Suillus luteus</i>	< 20 - 70	110 - 440	---	---	---	---
<i>Xerocomus badius</i>	300-3720	1800-17200	30 - 60	320 - 550	250	3050

Il n'est pas surprenant de constater que les champignons comestibles provenant des USA s'avèrent ne contenir que du vieux césium radioactif des années 50 et 60, comme l'indique l'absence de l'isotope Cs-134 (demi-vie 2.1 ans). *Cantharellus tubaeformis* récolté à l'automne 89 en Oregon ne contenait que 1510 Bq/kg, tandis que la même espèce provenant de Californie avait même moins de 200 Bq/kg. Un *Xerocomus badius* provenant de Virginie Occidentale avait 2870 Bq/kg, ce qui est du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées dans des récoltes suisses et allemandes récentes. Les valeurs pour les espèces indicatrices provenant de l'Oregon et de la Virginie Occidentale suggèrent qu'il y a 30 ans la contamination par le césium radioactif de certaines régions des USA a dû être loin d'être négligeable. Malheureusement il n'y a aucun chiffre disponible concernant les champignons remontant aux années 60 et 70, tout au moins pour ce qui est des renseignements accessibles au public.

LES FACTEURS QUI DÉTERMINENT LES NIVEAUX DE CÉSIIUM RADIOACTIF CHEZ LES CHAMPIGNONS

Bien sûr, la quantité de retombées déposée dans un endroit donné est un facteur de première importance dans le degré de contamination de la flore et de la faune locales. Cela est aussi valable pour les champignons comme l'illustrent les différences frappantes entre le contenu des champignons provenant de la région de Gåvle et ceux provenant d'ailleurs (Tableaux I et II). Cependant il y a un certain nombre d'autres facteurs qu'il faut aussi prendre en considération:

- la position taxonomique
- la position écologique
- la valeur du pH et la composition minérale du sol
- la profondeur du mycélium
- des facteurs inconnus

L'absorption de césium (et césium radioactif) dépend beaucoup de la position systématique du champignon (4, 5, 6). Les champignons du genre Chanterelle, en particulier *C. tubaeformis* et *Gomphus clavatus* sont des accumulateurs plus puissants que *Cantharellus cibarius*, bien que des

récoltes isolées de ce comestible populaire dépassent parfois la limite légale. Les résultats analytiques pour les représentants du genre *Cortinarius*, même s'ils sont récoltés dans des sites modérément contaminés montrent des niveaux élevés pour les espèces telles que *C. violaceus*, *C. atrovirens*, *C. alboviolaceus* et *C. (Dermocybe) cinnamomeus*. Il est intéressant de noter que *Rozites caperatus*, puissant accumulateur comme en témoignent les résultats des tableaux I et II, est proche, taxonomiquement de *Cortinarius*. Des observations similaires ont été faites pour *Hygrophorus* spp. Parmi les Boléales, l'immangeable *Tylophilus felleus* est aussi un puissant accumulateur de césium. A une date aussi avancée que l'été 1993 nous avons trouvé des valeurs pour le césium radioactif total allant de 2000 à 4800 dans des échantillons récoltés dans la Forêt de Jorat près de Lausanne. Le notoire bolet bai, *Xerocomus badius* avait des valeurs semblables, mais tous les autres bolets étaient beaucoup moins contaminés. Les espèces du genre *Suillus* étaient environ 3 fois plus riches en césium radioactif que *Boletus edulis* et ses voisins qui sont plus importants d'un point de vue gastronomique. Chez *Leccinum scabrum* et *Porphyrellus pseudoscaber* le contenu était proche de la limite de détermination. Les amanites sont en général des accumulateurs faibles à modérés. Cependant dans un spécimen d' *A. regalis*, (l'Amanite Tue-mouches Royale qui est vénéneuse) provenant de Hemsön dans le Angermanland (Suède), c'est une valeur aussi élevée que 12000 Bq/kg qui fut mesurée.

D'autre part, on n'a signalé qu'il n'y avait que peu ou pas du tout de césium radioactif chez les genres à spores sombres tels que *Agaricus*, *Stropharia*, *Psilocybe*, *Panaeolus* et *Psathyrella*. Le genre *Agaricus* inclut *A. bisporus* et d'autres champignons cultivés qui sont virtuellement exempts de césium radioactif. Cela s'applique aussi aux espèces du genre *Coprinus*. En fait, *C. comatus*, le coprin chevelu, est capable d'exclure le (radio)césium, même lorsqu'il pousse dans la région hautement contaminée de Gävle.

Bien sûr, ces observations sont des généralisations. Il est tout à fait possible de rencontrer d'énormes variations à l'intérieur d'un genre comme l'illustrent les résultats du Tableau III. Les espèces du genre *Russula* furent toutes récoltées en octobre 91 dans une réserve naturelle modérément contaminée près de Lübeck en Allemagne. L'extrême variabilité est due principalement aux différences de capacité des espèces à concentrer le césium radioactif, bien que l'effet « de parapluie » des différents arbres servant d'hôtes ait dû aussi jouer un rôle.

TABLEAU III

NIVEAUX DE CÉSIUM RADIOACTIF TOTAL CHEZ DES ESPÈCES DE RUSSULES PROVENANT D'UNE RÉSERVE NATURELLE

PRÈS DE LUEBECK EN ALLEMAGNE

(Cs-134 + Cs-137 en Bq/kg de poids sec)

<i>Russula amoenolens</i>	<15
<i>Russula choroides</i>	<15
<i>Russula delica</i>	<15
<i>Russula nigricans</i>	<15
<i>Russula pseudointegra</i>	<15
<i>Russula rosacea</i>	<15
<i>Russula cyanoxantha</i>	20-40
<i>Russula pectinatoides</i>	20-30
<i>Russula olivacea</i>	70
<i>Russula nigricans</i>	80

<i>Russula velutipes</i>	70
<i>Russula velenovskyi</i>	230
<i>Russula aeruginea</i>	250
<i>Russula ochroleuca</i>	290
<i>Russula fellea</i>	790
<i>Russula densifolia</i>	3980

On a trouvé que deux accumulateurs reconnus, *Paxillus involutus* et *Laccaria amethystina* provenant du même site contenaient respectivement 7170 et 12700 Bq/kg. On ne sait toujours pas comment les champignons accumulent (ou excluent) le césium. Aumann et al. ont expliqué la bioconcentration chez *Xerocomus badius* par la présence de certains pigments inhabituels dans le chapeau brun de ce champignon (7). Ces pigments sont des dérivés de l'acide pulvinique, appelés badione et norbadione qui sont présents en tant que complexes potassiques. Il fut démontré que ces pigments jouaient un rôle dans la concentration du césium par des mesures comparatives de différentes parties du champignon: la cuticule qui contient les pigments était beaucoup plus radioactive que le chapeau pelé. Toutefois, des accumulateurs de césium comme les espèces des genres *Laccaria* et *Hygrophorus* sont totalement dépourvus desdits pigments, et le gastéromycète *Pisolithus tinctorius* qui est bourré de norbadione (8) exclut plutôt le (radio)césium! Pour aggraver le tout, les résultats des mesures comparatives de la cuticule pigmentée et du reste du chapeau par Aumann n'ont pas pu être reproduits ailleurs (9).

La présence d'un agent chélatant du potassium chez un champignon ne signifie pas nécessairement qu'il sera également capable d'accumuler le césium. En fait on n'a observé aucune corrélation entre le contenu en potassium et les niveaux de césium radioactif comme l'illustre le Tableau IV. En fait, un accumulateur tel que *R. caperatus* a à peu près le même contenu de potassium que les espèces du genre *Agaricus* qui excluent virtuellement le césium.

TABLEAU IV

NIVEAUX DE CÉSIUM RADIOACTIF, CÉSIUM ET POTASSIUM CHEZ DIVERS CHAMPIGNONS

* Tiré en partie de nos propres mesures et en partie de données de Molzahn et al. (13)

Espèces	Radiocésium total en Bq/kg de poids sec*	Contenu de césium mg/kg (10, 11)	Contenu de potassium en g/kg (12)
<i>Boletus edulis</i>	150-1570	< 0.1-3.0	27.2
<i>Suillus luteus</i>	430-1000	----	36.7
<i>Xerocomus badius</i>	2870-32000	4.0	35.8
<i>Amanita muscaria</i>	50 - 100	0.06-0.2	36.0
<i>Russula olivacea</i>	70	----	23.5
<i>Russula densifolia</i>	3980	20.9	30.0
<i>Russula cyanoxantha</i>	< 50	----	32.9
<i>Lepista nuda</i>	800	0.09	43.8
<i>Laccaria amethystina</i>	1670-16500	5.6-32.1	40.8
<i>Rozites caperatus</i>	3420-8500	54.2	49.5
<i>Agaricus campester</i>	< 30	< 0.01	53.1
<i>Agaricus arvensis</i>	< 30	0.08-0.17	48.3
<i>Coprinus comatus</i>	< 50	----	52.7
<i>Panaeolina foenisecii</i>	< 100	----	106

Situation écologique et autres facteurs

Il y a une différence marquée dans le taux d'accumulation en fonction de la situation écologique des espèces (14). Les champignons peuvent être divisés en trois catégories fondées sur leur relation avec leur substrat. D'abord, il y a les champignons parasites qui se nourrissent à partir d'organismes vivants. Par exemple, l'armillaire couleur de miel, *Armillariella mellea*, est un dangereux parasite sur les arbres vivants dans certaines conditions, et saprophyte dans d'autres. *A. mellea* et d'autres champignons destructeurs du bois contiennent très peu de césium radioactif, parce que la concentration dans leur substrat est très faible. La seconde catégorie est les saprotrophes dont la subsistance provient de matière morte ou pourrissante (humus, sol, herbe, fumier, etc.). La plupart des champignons croissant dans les prairies ou sur les pelouses dépourvues d'arbres appartiennent à cette catégorie. Par exemple, il n'y a presque pas de césium radioactif chez les espèces du genre *Agaricus* et les coprins (*Coprinus*) alors que les champignons appartenant à la troisième catégorie, les champignons mycorhiziens, par exemple *Cortinarius*, *Laccaria*, *Hydnaceae* sont souvent fortement contaminés. Il est bien connu que ces derniers forment une relation symbiotique ou mutuelle bénéfique avec les racines des plantes (surtout des arbres) appelée mycorhize. Le mycélium forme une gaine d'hyphes autour des racines de l'hôte et un échange de matières nutritives se produit. Les racines fournissent aux champignons de l'humidité et des composés organiques (tels que des hydrates de carbone) tandis que le champignon aide les racines à absorber du phosphore, de l'azote non organique et d'autres minéraux. Un arbre peut avoir plusieurs partenaires mycorhiziens dont les relations avec l'arbres sont qualitativement différentes. En d'autres termes, chaque type de champignon occupe une niche écologique différente, concept qui est cependant loin d'être complètement compris. Une niche n'est pas tant l'habitat d'un organisme que sa "profession" (ce qu'il fait pour vivre et le rôle qu'il joue dans la communauté biologique). Il se peut bien que chaque partenaire mycorhizien extraie des éléments nutritifs particuliers de son environnement : l'un peut fournir du phosphore, l'autre de l'azote, ou un troisième peut retirer des racines un minéral toxique. Dans le cas du césium radioactif il peut être démontré que plusieurs mois après la précipitation des retombées, il y avait un transfert marqué des isotopes depuis le sol jusqu'au feuillage au sommet des arbres via les champignons mycorhiziens (15).

D'autres facteurs écologiques concernant l'accumulation de césium radioactif sont le site où poussent les champignons et la nature du sol. On trouve les niveaux de césium radioactifs les plus élevés chez les champignons provenant de bois de conifères. Les champignons provenant de forêts de feuillus sont en général moins contaminés et quasiment aucun césium radioactif n'a pu être mesuré chez des champignons ramassés dans des parcs ou des prairies.

On peut rechercher l'explication dans les différentes valeurs du pH du sol. Le sol sous les conifères a une acidité relativement élevée par suite des produits de décomposition des aiguilles. A une valeur basse du pH, le césium se trouve sous forme d'ions libres, non liés à la matrice du sol. Dans les sols des bois de feuillus la valeur du pH est plus élevée. En conséquence, plus de césium est attaché au sol et moins d'ions césium sont disponibles pour les champignons. Dans les prairies, la valeur du pH est encore plus élevée, mais dans la plupart des cas, la végétation (plantes herbacées, herbe) est enlevée périodiquement et stockée dans d'autres endroits. Cela signifie que le césium radioactif est aussi enlevé et ne peut être lessivé pour migrer dans le sol.

Facteur de transfert du sol au champignon

Partant de notre propre expérience et de la littérature (16) Il semblerait que le problème majeur pour évaluer l'accumulation du césium radioactif est l'extrême variabilité des sites quant au dépôt des retombées (Bq/m²). Qui plus est, bien que le contenu en césium radioactif des échantillons de sol et des champignons puisse facilement être mesuré, le facteur de transfert tiré de ces mesures n'est pas nécessairement exact puisqu'il est quasiment impossible de déterminer la concentration exacte en césium radioactif autour du mycélium. Toutefois nous avons essayé de nous faire une idée à ce sujet en comparant des échantillons de sol et de champignons provenant de zones à retombées fortes (Gävle, Suède) et modérées (Pays Bas) de l'accident de Tchernobyl.

Dans la région de Gävle, trois sites (A, B et C) ont été choisis, chacun d'entre eux produisant en abondance des champignons comestibles. La couche superficielle d'humus dans ces différents sites

différait plutôt en épaisseur, dans certains cas elle dépassait 5 cm et était partiellement mélangée avec le matériau minéral sous-jacent. Puisque la profondeur du mycélium fongique est aussi sujet à une variation importante, nous avons pris deux échantillons: l'un représentant 0 - 5 cm, et l'autre 5 - 10 cm. Les mesures réalisées dans les mêmes conditions que pour les champignons ont donné les résultats suivants:

	Cs-137	Cs-134	Rapport	Somme
A	0 - 5 cm 13500	1300	10.4	
	5 - 10 cm 12800	1150	11.1	
	-----	-----		
Valeur moyenne	13150	1225		14400
B	0 - 5 cm 3050	272	11.2	
	5 - 10 cm 721	65	11.1	
	-----	-----	-----	
Valeur moyenne	1880	170		2000
C	0 - 5 cm 7000	637	11.0	
	5 - 10 cm 1800	159	11.3	
	-----	-----	-----	
Valeur moyenne	4400	400		4800

Non seulement les résultats des échantillons de sol pour la région de Gävle ont confirmé la grande variabilité de la répartition du césium radioactif, mais ils ont aussi indiqué des différences appréciables entre les sites. D'autre part, il n'y a quasiment aucune différence entre la quantité de césium radioactif présent dans les couches 0 - 5 cm et 5 - 10 cm échantillonnées dans le site A, probablement parce que ce n'était virtuellement que de l'humus. Apparemment, les sols dans les sites B et C ont non seulement reçu moins de retombées, mais ils ont aussi résisté à la pénétration du radionucléide, probablement parce que la couche 5 - 10 cm était principalement constituée de matériau minéral.

Il est intéressant de noter que le rapport entre les isotopes de césium est très proche de la valeur théorique tirée des quantités relatives libérées lors de l'accident de Tchernobyl. Cela signifie que les échantillons de sol de la couche 0 - 10 cm ne contiennent pas de niveaux mesurables de « vieux » césium radioactif.

Aux Pays Bas, *Laccaria amethystina*, espèce indicatrice bien connue pour le césium radioactif fut récolté dans des bois mêlés dans trois sites différents au centre du pays. Comme *L. amethystina* est un champignon avec un mycélium superficiel, les échantillons prélevés ne représentaient virtuellement que la couche d'humus (3 cm). Les niveaux de césium radioactif étaient bas et de façon surprenante identiques pour les trois sites : la somme de Cs-137 + -134 allait de 200 à 300 Bq/kg.

Considérant l'incertitude vis à vis de la disponibilité du césium radioactif pour le mycélium fongique, nous avons fait la moyenne des valeurs pour Cs-137 et -134 et utilisé la somme pour calculer les facteurs de transfert pour les espèces fongiques récoltées dans les zones respectives.

Les résultats obtenus indiquent une variation considérable qui est en accord avec les observations rapportées dans la littérature. Malheureusement il n'y a pas de données comparatives disponibles pour toutes les espèces d'intérêt, mais les résultats pour la moitié d'entre eux est du même ordre de grandeur que celui rapporté précédemment.

Zone	Espèce fongique	Facteur de transfert	Valeurs rapportées dans la littérature
A	<i>Cantharellus lutescens</i>	0.8	0.7 (17)
	<i>Cantharellus tubaeformis</i>	4	---
B	<i>Russula decolorans</i>	22	---
	<i>Sarcodon imbricatus</i>	24	---
	<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	280	---
	<i>Suillus variegatus</i>	58	20-50 (11,13)
C	<i>Rozites caperatus</i>	53	20-50 (18)
<u>Pays Bas</u>			
Budel	<i>Laccaria amethystina</i>	34	16-80 (13)
Wageningen	“ “	5	
De Heume	“ “	23	

Malgré la quantité considérable de renseignements disponible, il doit encore y avoir un bon nombre de facteurs inconnus qui déterminent les niveaux de césium radioactif dans les champignons. Par exemple, Bakken et al. (16) ont découvert que la capacité à concentrer le radionucléide dans le champignon est en corrélation avec l'absorption de Cs non radioactif à partir du sol. Les données rapportées au Tableau IV indiquent aussi cette direction. Toutefois, on trouve aussi que plusieurs espèces absorbent relativement plus de Cs radioactif que de non radioactif (13, 16).

Nous avons déjà mentionné que cela pourrait être attribué à des différences de disponibilité: le césium radioactif est localisé dans le sol de surface, tandis que le césium non-radioactif est réparti plus profondément aux différents niveaux. De ce point de vue, la profondeur du mycélium joue aussi un rôle. Cependant, il doit y avoir des facteurs encore inconnus. Le césium radioactif de l'accident de Tchernobyl était présent sous forme de particules, les dénommées particules chaudes. La libération d'ions Cs à partir de ces particules peut être réalisée par un accroissement de l'acidité dans leur voisinage, soit par la libération d'acides organiques, soit par la libération de H⁺ pendant l'absorption de cation. Des observations récentes indiquent que les espèces mycorhiziennes (celles qui comptent le plus grand nombre d'accumulateurs!) ont la capacité d'abaisser de façon substantielle le pH dans leur voisinage (19). On peut chercher un autre facteur dans la capacité des enzymes de transport présentes dans la membrane de la cellule fongique à faire la distinction entre les ions Cs⁺ et les ions K⁺ (18).

Quoi qu'il en soit, le césium est seulement un des nombreux oligoéléments qui sont absorbés par des champignons supérieurs et exclus par d'autres. En réalité, la plupart des champignons concentrent un ou plusieurs oligoéléments à des niveaux qui sont de un à plusieurs ordres de grandeur supérieurs à ceux mesurés chez d'autres. Parmi ces autres éléments il y en a même de toxiques tels que le mercure, le cadmium, le sélénium, l'arsenic et autres (20, 21). Comment les champignons accomplissent cet exploit et quel rôle ces éléments jouent dans leur physiologie est encore largement inconnu.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les personnes suivantes pour avoir généreusement fourni des échantillons de champignons: *Anna Stina Edholm* (Göteborg, Sweden), *Marie-José Trisconi* (Le Bouveret, CH), *Anke Schmidt* (Lübeck, Germany), and *Christopher Thayer*, (Lafayette, Ca., USA).

RÉFÉRENCES

- 1) Stijve, T. and M. Poretti, Radiocesium levels in wild-growing mushrooms from various locations, *Mushroom, the Journal of Wild Mushrooming*. Issue 28, Vol. 8(3), 5-9 (1990).
- 2) Hove, Knut et al., Fungi: a major source of radiocesium contamination of the grazing ruminants in Norway, *Health Physics*, **59**, 2, 189-192 (1990).
- 3) Zimmerli, B. and E. Bosshard, Strahlenexposition durch Radionuklide in Lebensmittel. *Mitt. Gebiete Lebensm. u. Hyg.* **80**, 387 - 404 (1989).
- 4) Grueter, H., Radioactive fission product Cesium137 in mushrooms in W. Germany during 1963-1970. *Health Physics* **20**, 655-656 (1971).
- 5) Seeger, R., Zur Frage der Caesium- und Strontiumaufnahme in Pilze - Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl. *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* III, 289-298 (1987).
- 6) Dietl, G., D. Breitig and G. Starnecker, Zur Artspezifischen Aufnahme von radioaktivem Caesium durch Pilze. *Beiträge zur Kenntnis der Pilze Mitteleuropas* V, 21-30(1989).
- 7) Aumann, D.C., G. Clooth, B. Steffan and W. Steglich. Complexation of Cesium 137 by the Cap Pigments of the Bay Boletus (*Xerocomus badius*), *Angewandte Chemie* **28**, 4, 453-454 (1989).
- 8) Gill, M. and D.A. Lally, Pigments isolated from *Pisolithus tinctorius*, *Phytochemistry* **24**, 1351 (1985).
- 9) Neukom, H.P. and E. Gisler, Extraction of Radioactive Caesium from Mushrooms with *Xerocomus badius* as an Example, *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, **24**, 442-444 (1991).
- 10) Seeger, R. & P. Schweinshaut, Vorkommen von Caesium in höheren Pilzen, *The Science of the Total Environment*, **19**, 253-276 (1981).
- 11) Horyna, J. & Z. Randa, Uptake of radiocesium und alkali metals by mushrooms, *J. Radioanal. Nucl. Chem. Letters*, **127**, 2, 107-120 (1988).
- 12) Seeger, R., Kaliumgehalt höherer Pilze, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, **167**, 23-31 (1978).
- 13) Molzahn, D., D. Reinen, H. Beer & P. Patzell, Die Belastung von Pilzen mit radioaktiven Caesium und Silber im Herbst 1988 im hessischen Landkreis Marburg-Biedenkopf, *Philippia* VI/3, 223-232 (1990).
- 14) Heinrich, G., Uptake and transfer factors of Cs-137 by mushrooms. *Radiat. Environ. Biophys.* **31**, 39 - 49 (1992).
- 15) Ernst, W. H. O. & L.F. van Rooij, 134/137 Cs Fall-out from Chernobyl in Dutch Forests. *International Conference on Heavy Metals in the Environment*, New Orleans, 284-286 (1987).
- 16) Bakken, Lars R., and Rolf A. Olsen, Accumulation of radiocesium in fungi, *Can. J. Microbiol.* **36**, 704-710 (1990)
- 17) Battiston, G. A. et al, Radioactivity in Mushrooms in Northeast Italy following the Chernobyl Accident, *J. Environ. Radioactivity* **9**, 53-60 (1989).
- 18) Byrne, A.R., Radioactivity in Slovenia, Yugoslavia, following the Chernobyl Accident, *J. Environ. Radioactivity* **6**, 177-183 (1988).
- 19) Olsen, R.A., personal communication (1992).
- 20) Stijve, T., Potentially toxic elements in mushrooms, *Coolia* **23**, 4, 92-108 (1980).
- 21) Seeger R., Toxische Schwermetalle in Pilzen. *Deutsch. Apotheker Z.* **122**, 1835-1844 (1982)

Un savant très discret

Didier Borgarino, La Tuilière en Luberon, 84160 Cadenet
e-mail : tuiliere@free.fr

Résumé : Pour tout vous dire, je n'aime pas bien commencer un article par son résumé. C'est frustrant ; penser que je vais mettre des heures à essayer de pondre quelque chose qui se tienne un tout petit peu, avec un début, un développement, une chute, et que le lecteur furtif, va en sept secondes, s'offrir un petit aperçu gratuit et sans effort, avant de tourner la page et de passer à autre chose... Non, décidément, si vous voulez savoir de quoi il retourne, vous êtes priés de lire jusqu'au bout, na ! Bon, à titre tout à fait exceptionnel, je veux bien faire un dernier effort en inversant le propos. Voici donc, grande première dans le domaine du résumé, une figure inédite : le développement du titre.

Développement du titre :

Les événements rapportés ci-dessous rappellent curieusement l'histoire contée par Jean-François Deniau dans son roman « Un héros très discret », dont vous vous souvenez certainement. J'avoue être un grand admirateur de Jean-François Deniau. Tant du politique qui se voulut jusqu'au bout en mission permanente partout dans le monde, que de l'écrivain sensible et généreux, et de l'homme enfin, pour son immense courage et son humanité. Je me suis donc permis de plagier son titre, convaincu que du paradis des bienheureux, il nous donne avec bienveillance sa bénédiction. Mais au fait, cher Jean-François, Lucien le diabolique vous adresse t-il toujours bien votre bulletin depuis que vous avez changé d'adresse ?

L'homme était directeur d'hôpital. Je le mentionne tout de suite, car une partie sans doute du problème peut être rapportée à cette fonction. Il côtoyait en permanence, et depuis des décennies, des médecins réputés, de grands professeurs, des chercheurs, tous avidement pénétrés de science et de passion.

Lui-même n'était pas un scientifique. Il avait reçu une formation de gestionnaire, d'excellent niveau certes, mais il souffrait de n'avoir pas suivi les traces familiales qui auraient pu faire de lui un physicien brillant ou un biologiste respecté.

Tous ces éminents spécialistes qui l'entouraient lui semblaient inaccessibles. Ils constituaient une caste choisie, une élite à laquelle il n'appartenait pas. Et même s'ils s'adressaient à lui avec respect et gentillesse, appréciant ses compétences et sa gestion juste et rigoureuse, il sentait bien qu'il n'était pas de leur monde et qu'un torrent les séparait : le fleuve de la connaissance du vivant le maintenait définitivement à l'écart.

L'idée du subterfuge lui vint ainsi un mois d'octobre frileux, où il s'ennuyait ferme dans son bureau cossu et silencieux, dont le feutré contrastait avec l'agitation fourmilière qui caractérise les établissements hospitaliers. Parcourant le journal local, il tomba en arrêt devant le récit d'une exposition mycologique qui venait de se tenir dans la ville. Grand bien était dit de deux ou trois personnages, que le journaliste citait avec force révérence et componction, mentionnant leur grande érudition, ainsi que leur simplicité qui, combinée à leur inassouissable passion, faisait d'eux de véritables savants.

Le grand mot était lâché. Comme il aurait aimé être de cette race-là, de cette trempe des découvreurs, de cette acuité des naturalistes, de cette assurance des puits de science...

Bien sûr il ne demandait pas à être Pasteur, mais juste une petite parcelle de gloire, un infime morceau de savoir dont il soit le tenancier, un brin d'aura rien que pour lui...

Et il n'était qu'une sorte de super comptable, froid et méthodique, coupé du palpable de la vie, incapable de distinguer un psoriasis d'une entorse du genou, et une morille d'un coprin chevelu.

Il résolut, par défi, et parce que les champignons lui paraissaient plus abordables que la physique quantique, de tenter sa chance dans le monde inconnu de la mycologie.

C'est ainsi qu'il se rendit, le samedi suivant, au salon des champignons organisé dans la ville voisine. Comme tout un chacun, il parcourut les allées en visiteur attentionné, et observa soigneusement les

espèces présentées qui lui parurent désespérément innombrables. Mais son but, avant tout, était d'apprécier l'ambiance, de savoir qui prévalait dans le groupe, de deviner quelle place il allait pouvoir occuper dans ce petit bout d'humanité studieuse.

Sa première règle était de ne rien dire, de ne rien laisser paraître de son désarroi ni de ses intentions. Mais d'écouter, d'enregistrer très vite, d'acquérir le plus rapidement possible les expressions et les comportements de ses interlocuteurs, bref, de se couler dans le moule. Il posa avec assurance des questions habiles, noua quelques contacts d'un air entendu, se fit remettre le calendrier des manifestations à venir.

Il parut encore plus à l'aise lors des expositions suivantes. Il faisait le tour des tables avec un intérêt non dissimulé, prélevant et examinant de-ci de-là un petit champignon, arborant des mines satisfaites d'acquiescement, parfois des moues interrogatives, toujours à l'écoute de ce qui se disait autour des assiettes, laissant traîner une oreille du côté de la salle des détermineurs où les microscopes en batterie l'avaient fortement impressionné.

Quand par hasard quelqu'un lui adressait la parole ou lui posait une question, il prenait l'air mystérieux de ceux qui ont beaucoup vécu et sont revenus de tout, répondant par un hochement de tête complice, un sourire rassurant ou un mot anodin qui renforçait l'impétrant dans son jugement.

Lui-même profitait de l'occasion pour, l'air de rien, s'informer encore davantage sur les uns et les autres, les pratiques et les petits secrets de la mycologie et des mycologues.

Très rapidement, il fut au point, et capable même de répondre aux questions des journalistes. Il avait observé, en effet, le manège traditionnel du correspondant du quotidien local, qui, lors de chaque manifestation, ne manquait jamais de venir prendre une ou deux photos, et d'interroger les autorités. En manager qu'il était, et donc homme public en quelque sorte, il avait compris immédiatement tout le parti que sa notoriété pourrait tirer de cette relation avec la presse.

Dès qu'un journaliste pointait son objectif ou son stylo, il s'approchait ostensiblement et nouait la conversation. Cela lui était d'autant plus facile que les mycologues, qu'ils soient en charge de l'exposition et donc préoccupés par les soucis de l'organisation, ou concentrés sur leurs travaux, leur récoltes et leur microscope, se renvoyaient généralement les interviewers comme des mistigris, lassés de répéter chaque semaine les mêmes banalités convenues.

Notre homme, lui, se prêtait de bonne grâce au jeu des questions ordinaires et au rituel des photos, toujours les mêmes, une lépiote ou un bolet dans une main, une loupe dans l'autre. De plus, sa haute silhouette que l'âge ne voûtait pas présentait bien. Très assuré, toujours impeccable dans ses costumes soignés, il dégageait une certaine prestance que renforçait une autorité naturelle, mélange élégant de charme et de charisme.

Le mycologue moyen se reconnaît au contraire à ce qu'il est plus facilement négligé, vêtu d'un vieux pull pas trop à la mode et d'un pantalon en velours délavé. Il est donc largement moins photogénique. Notre ami fit ainsi à plusieurs reprises la une des pages intérieures des gazettes. On le voyait plastronner aux premières loges, proférer des jugements indiscutables ou des conseils éclairés.

Les mycologues locaux n'en prirent point ombrage. Peu leur importait d'être sur la photo. Bientôt cependant notre homme fut reconnu dans les expositions. Les visiteurs allaient vers lui pour toute question car, s'agissant du « monsieur qui passait dans le journal », il était forcément plus averti et plus compétent que les autres. Les mycologues se réjouirent là encore du phénomène, qui leur épargnait de répondre sans arrêt aux mêmes questions, d'entendre sans arrêt les mêmes récits de cueillettes monstrueuses ou les mêmes divagations incoercibles.

Certains cependant s'interrogèrent : mais qui était finalement ce monsieur si sympathique, si patient et vertueux vulgarisateur ? Les mycologues de l'association A pensèrent qu'il appartenait à l'association B, Quant à ces derniers, qui avaient rencontré et interrogé les mycologues de l'association A, ils en déduisirent tout naturellement que notre ami appartenait à l'association C. Tous en tout cas, bénéficiant de ses prestations gratuites et de sa convivialité à toute épreuve, évitèrent soigneusement de se poser davantage de questions, et l'automne passa.

Durant l'hiver qui suivit, notre ami peaufina sa stratégie. Il avait approché facilement pas mal de mycologues en activité, certains fort renommés, et en était très fier. Il lui faudrait jouer serré pour s'inventer une vie parmi ces personnages très proches les uns des autres, et qui, à l'heure d'internet, des échanges et des forums, communiquaient énormément entre eux. Le champ lui parut plus ouvert

dans la fréquentation des mycologues disparus. Il lui fallait donc bien connaître les auteurs qui avaient jalonné l'histoire de la mycologie. Il se plongeait avec gourmandise dans la littérature mycologique, se fit prêter sous des prétextes variés toutes sortes d'ouvrages dont il photocopia les préfaces, s'intéressant aux notes de bas de pages qui relataient les courriers, les désaccords, les discussions entre correspondants.

Il lui vint aussi l'idée que la fréquentation imaginaire de mycologues étrangers pouvait apporter à son ego des satisfactions internationales.

La saison suivante il était fin prêt. On le vit alors se mêler aux conversations les plus hermétiques. Le plus souvent possible en silence, selon la règle qu'il s'était fixée. Il écoutait, hochait la tête, levait les yeux au ciel, acquiesçait ou fronçait les sourcils. Et parfois, à bon escient, il casait une sentence, un mot, avant de s'éclipser pour un autre débat : « C'est ce que m'a toujours dit André !... »

Les participants se dévisageaient : André ? André Marchand ? Il a connu Marchand ? Les moues étaient impressionnées, mélange de stupéfaction, d'incrédulité et d'admiration.

Et une autre fois, en confidence : « Il faut avoir bien connu Moser pour savoir comment il convient de lire Singer entre les lignes... » Personne ne comprenait ce que cela voulait dire, mais l'argument impressionnait fortement.

Sans rien qu'on lui demande, et sans forfanterie de sa part, l'on devinait petit à petit qu'il avait fréquenté les plus grands, Josserand, le Dr Henri, Roger Heim, Malençon, Donadini, Trescol, Mesplède, Nardi, qu'il était l'ami de Marcel Bon et de beaucoup d'autres, mais que cela le gênait de parler de toutes ces gloires, et qu'il répugnait à utiliser son portefeuille comme carte de visite.

Tous ces amis, bien sûr, avaient voulu un jour ou l'autre l'associer à leurs travaux, à leurs publications, lui dédier une espèce, etc., mais il avait toujours obstinément refusé d'apparaître sur le devant de la scène. La discrétion, toujours.

Le seul talent qu'il avouait, les seules avancées mycologiques auxquelles il était fier d'avoir contribué, étaient les ouvrages qu'il avait réussi à initier : « La description des champignons », par exemple. Car c'était bien lui qui avait persuadé Josserand de mener à terme son travail. « Marcel aurait tout arrêté, disait-il. C'était un être si fin et si délicat, si modeste qu'il avait l'impression, au vu de ses immenses connaissances, de ne publier dans cet ouvrage que des banalités... Si vous saviez le nombre de soirées passées à le convaincre que les mycologues seraient pourtant heureux de trouver dans son ouvrage tous ces renseignements précieux... »

Mais ce dont il était le plus fier quand même, c'était cette Flore de Kuhner et Romagnesi, cette bible de la mycologie française du XX^{ème} siècle, dont il avait toujours un exemplaire à portée de main. L'on racontait que quelqu'un un jour lui avait demandé s'il y avait participé et quelle avait été sa contribution. Il n'avait rien répondu de précis, se contentant de hocher la tête avec un sourire énigmatique. Comme la personne insistait, il avait fini par lâcher dans un soupir à la fois nostalgique et plein de sous-entendus : « Nous étions trois, et j'étais le plus jeune... »

- Et vous n'êtes même pas cité, s'était insurgé l'indiscret ?

- Je suis sur la couverture !

L'autre avait empoigné la Flore et scruté en vain la reliure cartonnée.

Et devant son incompréhension :

- Les armillaires, là.

- ???

- Trois armillaires, cela ne vous dit rien ? Deux spécimens bien ouverts, bien développés qui encadrent un petit jeune qui pointe, vous ne voyez pas la relation ?

- C'est vous là ? Je ne vous aurais pas reconnu !

- Je n'avais pas trente ans... Bel hommage, n'est ce pas ?

Alors bien sûr, la réputation naissant et la curiosité aidant, les gens vinrent vers lui. Les sociétaires des différents groupes se détournèrent à son profit de leurs déterminateurs habituels, les mycologues, même chevronnés, s'adressaient parfois à lui pour les espèces délicates.

Et lui, impavide, saisissait le champignon et l'observait attentivement sous toutes les coutures. Au bout d'un long moment de silence concentré, qui mettait parfois mal à l'aise son interlocuteur, il proclamait, solennel ou discret, et en rendant nonchalamment le champignon :

- Pas de problème !

Ce qui signifiait que l'espèce était sinon banale, du moins caractéristique, et que tout mycologue digne de ce nom devrait parvenir à la reconnaître aisément. Le questionneur n'avait plus qu'à retourner sans insister à ses chères études, pour essayer de découvrir cette évidence qui lui avait échappé. Si au bout de deux heures de recherche il n'avait toujours pas nommé son espèce, plutôt que de retourner voir notre homme et risquer de se faire moucher plus avant, il s'adressait à ses collègues habituels. Et il y avait toujours quelqu'un pour connaître le champignon ou du moins suggérer une piste.

- Ah, oui, d'accord, je n'y avais pas pensé du tout !... Et le colonel qui a vu ça du premier coup d'œil...

Oui, je ne vous l'ai pas dit !... Très rapidement dans les milieux mycologiques, notre ami fut baptisé « le colonel ». A cause de son assurance et de son autorité, sans doute, mais aussi parce que personne au final ne connaissait son nom. Personne n'avait songé à le lui demander au début, et maintenant qu'il faisait la pluie et le beau temps dans les comptes-rendus des journaux, qu'il était le personnage central de la vie mycologique de la région, il paraissait saugrenu d'aller le questionner sur un sujet d'ordre administratif aussi trivial.

Et puis une rumeur, lancée par on ne sait qui, lui reconnaissait une carrière militaire flatteuse...

Si par extraordinaire quelqu'un revenait vers lui malgré son « pas de problème ! » définitif, il avait un deuxième étage à sa fusée dissuasive :

- La spore, demandait-il ?

- Lisse, non amyloïde, elliptique, dix micromètres par sept et demi de moyenne...

- Aucun problème !...

Et l'autre repartait, la tête basse, et le champignon en berne, désespérant sur ses trente ans de mycologie qui le laissaient aussi dépourvu.

Le colonel excellait également dans l'externalisation des espèces intéressantes. Sous ce terme un peu pompeux se dissimulait une stratégie qui consistait à prélever en fin de réunion ou d'exposition une ou deux espèces ayant particulièrement retenu l'attention des mycologues. Celles-ci, présentées le lendemain à l'autre bout du département, valaient au généreux donateur curiosité et empressement. Son arrivée était guettée et espérée, notre ami prenant juste le temps de recopier l'étiquette de sa main pour personnaliser davantage son présent.

Quelques innocents essayèrent en pure perte d'obtenir du colonel qu'il participât plus activement à l'une de leurs réunions ou manifestations.

Mais les malheureux furent aussitôt honteux de leur initiative. Le colonel leur jetait un regard dans lequel il y avait une telle supériorité bienveillante et une telle commisération, qu'ils regrettaient à tout jamais d'avoir même imaginé poser la question.

Quoi ? Que l'on put demander à un homme tel que lui d'organiser l'exposition de Trifouillis-les-Mousserons ! Mais c'était comme si l'on avait proposé à Michel-Ange de repeindre les parkings du supermarché, à Einstein d'effectuer le tirage du loto, à Bocuse de tenir une baraque de frites, à Napoléon de faire une partie de bataille navale avec les enfants du quartier... Inconcevable !

Et tout cela, c'est incroyable, passait dans le regard. Essayez, par la seule expression du visage, de dire « Bocuse » et « baraque de frites », vous verrez, c'est extrêmement difficile. Même le Jovet de la grande époque, avait du mal, c'est dire...

Donc le colonel ne fut jamais chargé de rien. Il acceptait de patronner les manifestations, à condition qu'une cohorte de mycologues s'occupe de tout. Il recevait alors la presse, faisait le lien avec les autorités municipales, prononçait les discours de bienvenue, congratulait, remerciait, se faisait photographier sous tous les profils et à toutes les sauces.

En quelques années sa notoriété enfla comme un *Langermannia* bien arrosé. Il passa plusieurs fois à la télévision, dans des reportages régionaux et même dans les journaux nationaux, chaque fois qu'il y avait une poussée de cèpes exceptionnelle ou une intoxication suffisamment médiatique.

Il voyageait partout en France, rencontrant les mycologues des différentes régions, parlant de l'un à l'autre et de l'autre à l'un, se plaçant systématiquement au carrefour de toutes les relations.

Il fut invité partout, les grands congrès lui déroulèrent le tapis rouge.

Bref, en peu de temps, et sans avoir étudié le moindre champignon, notre ami devint le spécialiste le plus emblématique de notre pays. Incontournable, officiel, reconnu, savant. Ce qu'il avait toujours rêvé d'être.

Les prochaines étapes se dessinaient clairement devant lui. Les postes les plus en vue du monde de la mycologie ne pourraient longtemps lui échapper, puis ce serait l'académie des sciences, un ministère peut-être ?

La gloire l'accueillait en son sein. Il avait accompli son rêve, il pouvait mourir.

Ce qu'il fit d'ailleurs brutalement, une nuit sans lune, tandis qu'il relisait en souriant les coupures de presse et les articles élogieux qui célébraient son génie.

Le cœur, sans doute.

La presse fut dans l'embarras. Une disparition si brutale, au faite de la gloire, et sans aucune nécrologie de prête ! Heureusement, la famille du disparu leva l'hypothèque en fournissant un dossier, texte et photos, que le colonel prévoyant avait constitué par avance.

Les témoignages affluèrent, chacun y alla de sa plume, s'accordant une légitimité qu'il revendiquait haut et fort, pour pouvoir abondamment parler du héros. Tous voulaient témoigner, rendre hommage à leur illustre maître, à sa vie toute entière consacrée à la mycologie, le dithyrambe allait croissant. L'on fit référence à sa grande érudition, ainsi qu'à sa simplicité qui, combinée à son inextinguible passion, faisait de lui un véritable savant, etc. La boucle était bouclée.

Ce qui gâcha la fête, ce fut l'excès. Ce qui ruina à jamais la mémoire du colonel, ce fut la multiplication anarchique des papiers.

Car ces mêmes journaux qui donnaient la parole aux mycologues émus se répandant en larmes sur leur chef, se mirent à publier aussi des éloges équivalents provenant de toutes sortes d'associations, congrégations, sociétés, clubs, amicales, groupements, antennes, syndicats et comités.

La société d'orchidophilie pleurait son président d'honneur, le cercle d'étude des papillons de nuit son clerc le plus zélé, les ornithomanciens leur observateur le plus inspiré, les cucurbitophiles leur plus fervent supporter, les pompiers volontaires leur maître à penser, et l'amicale des apiculteurs leur Saint-Ambroise réincarné.

Le colonel avait pensé à tout sauf à ce carambolage médiatique. La supercherie fut révélée, et les langues se délièrent. Les uns découvrant que finalement on ne l'avait jamais réellement vu démontrer quoi que ce soit des théories chimiques ou mathématiques qu'il prétendait avoir soufflées à plusieurs prix Nobel, les autres s'apercevant qu'en fait il n'avait jamais nommé le moindre coquillage, le moindre insecte ou la moindre russule.

Tout était pipeau, bidon. Une coquille vide. Et tout le monde avait été berné, aveuglé, laissant stupidement dans l'anonymat les mycologues méritants, les botanistes honnêtes, et les paléontologues sérieux.

Le colonel, du haut de son paradis, contemple goguenard sa gloire artificielle et fugace. Il rit de ce doux plaisir de la renommée qui a si brillamment éclairé ses dernières années.

Sur sa tombe, une pierre gravée porte l'épithète qu'il s'était lui-même composée par anticipation :

« Tout connaître sur rien, ne rien savoir sur tout ;
Ici git un savant universel
qui éblouit le monde de sa lumière éclectique »

L'Olivier d'Aniane

Gérard Roquemaure

83122 Claviers

Il y à Aniane¹ un très vieil olivier symbole de l'union presque charnelle, issue d'une longue tradition, liant les habitants à cet arbre mythique.

Quel âge peut-il avoir ? Son tronc énorme, buriné par le temps laisse penser à une vie presque millénaire. Rare spécimen ayant résisté à toutes les calamités climatiques, notamment les grands froids périodiques qui ont éliminé ses congénères, il perdure au bord d'un chemin semble-t-il abandonné par les humains. Sa longévité exceptionnelle méritait mieux...

Il est encore l'être vivant de la commune qui peut prétendre à la plus grande ancienneté. S'il pouvait parler, il raconterait tous les heurs et les malheurs de la cité (de St Benoît d'Aniane), les guerres, les famines, les épidémies, mais aussi la magnificence de l'Abbaye, les moments heureux de la communauté, les marchés, les foires, les rentrées de récoltes providentielles, ou tout simplement de la vie calme et tranquille de tous les jours. C'est justement d'une récolte providentielle dont je voudrais vous faire part.

Stockage à l'eau des olives d'huilerie

Il y eut au cours de la campagne oléicole de 1954-1955 une récolte très importante. Mr Azema², directeur de la Coopérative Oléicole d'Aniane a simplement réussi à conserver sept cent cinquante tonnes d'olives (et oui !) pendant deux mois sans aucune fermentation ni moisissure, et faire après ce délai une huile qui titrait moins de 1% d'acidité.

Depuis toujours, Mr Azema était préoccupé, comme tous les fabricants d'huile d'olive et tous les techniciens oléicoles en général, par le problème qui réside en la conservation des olives d'huilerie en bon état pour faire des huiles de qualité.

Cette bonne conservation était jusqu'alors pratiquement impossible ; les seules solutions adoptées étaient les suivantes : soit disposer d'installations d'huilerie suffisamment importantes pour absorber toutes les quantités d'olives qui se présentent au moulin (plutôt à l'huilerie), ce qui serait une solution trop dispendieuse car l'installation doit alors être alignée sur de gros apports envisagés, et la variation bien connue des récoltes d'olives entraîne des immobilisations qui sont le plus souvent utilisées une année sur deux ; soit régler les apports d'olives sur la capacité de l'installation. C'est bien entendu la meilleure solution, car si les olives s'altèrent dès qu'elles sont cueillies et stockées, elles se conservent magnifiquement tant qu'elles sont encore sur l'arbre. Mais cette formule n'est valable que pour les huileries domaniales, où l'oléifacteur est maître de la récolte, et non pas pour des huileries qui travaillent à façon ou achètent des olives, car si dans ce dernier cas l'oléifacteur est maître de ses achats d'olives, le problème du stockage est déplacé chez le producteur qui le réalise dans des conditions encore plus mauvaises.

En dernière analyse la plupart du temps on pratique une méthode mixte qui consiste à stocker le moins mal possible les apports inquiétants, traitant les olives fraîches tant qu'il y a des apports et se résignant à faire des huiles lampantes de mauvaise qualité avec des olives stockées et altérées.

¹ Aniane est une petite cité de l'Hérault, située à 35 km au nord de Montpellier. C'est là que Saint Benoît a implanté son monastère à la fin du VIIIe siècle au bord d'un ruisseau qu'il appela Aniène (petit Anio) en référence à la rivière italienne l'Anio sur les bords de laquelle Saint Benoît de Nursie, fondateur de l'ordre des bénédictins, avait édifié son monastère. Petite cité vinicole (AOC Vins du Languedoc et Vins de Pays) et oléicole, plutôt spécialisée dans le conditionnement des olives de table depuis le terrible gel de 1956.

² N.D.L.R. : Aucun lien de parenté avec... le célèbre mycologue René-Charles Azema, ni avec l'actrice Sabine Azema !

Depuis longtemps différentes méthodes ont été essayées et préconisées. Je citerai pour mémoire le salage des tas d'olives encore employé, la dessiccation, la mise sur claies, le pelletage, le refroidissement, la ventilation, le stockage en saumure, le stockage sous gaz inerte, puis plus récemment le refroidissement par humidification et ventilation combinées (procédé allemand), enfin l'utilisation d'anti-ferments pour le stockage, non des olives, mais de la pâte d'olives broyées.

Mr Azema avait été frappé par une méthode très répandue dans tout le midi de la France pour conserver des olives vertes destinées à être consommées en été et qui sont appelées pour cela *olives d'été*. On les appelle aussi *olives à l'eau* parce qu'elles sont uniquement conservées en jarres ou en fûts dans de l'eau qu'on renouvelle de temps en temps sans traitement de soude, ni traitement au chlorure de sodium ou à quelques anti-ferments que ce soit. Ces olives restent cependant parfaitement saines et fermes jusqu'au mois de juillet. Il est vrai qu'il s'agit en l'occurrence d'olives vertes encore très peu riches en huile.

Mr Azema se livra à des essais pendant quelques années avec des olives d'huilerie sur de faibles quantités, et acquit la conviction que ces olives mûres pouvaient également se conserver dans l'eau pendant plusieurs mois sans altération.

En 1954, la région d'Aniane connut une récolte d'olives exceptionnelle et la Coopérative Oléicole d'Aniane reçut des apports hors de proportion avec ses possibilités de traitement. Mr Azema réussit à convaincre le Conseil d'Administration de la Coopérative d'effectuer le stockage des olives dans de l'eau.

Il avait à sa disposition la cuve de stockage des marcs de raisin de la Coopérative de distillerie voisine dans laquelle il emmagasina trois cent cinquante tonnes d'olives, puis un bassin où il logea une centaine de tonnes et une série de cuves en ciment d'une capacité de vingt tonnes chacune environ.

Les cuves étaient alimentées en eau courante par le bas et un trop-plein recueillait l'eau à la partie supérieure. Le débit était de l'ordre de trois litres/minute par dix tonnes d'olives. On a pu constater au bout de deux mois de stockage le parfait état sanitaire des fruits, leur odeur franche quoique légèrement lactique, en tout cas nullement putride. Ces olives donnèrent un rendement en huile absolument équivalent à celui des olives fraîches et l'huile d'excellente qualité titrait de 1 à 1,4 gramme d'acidité. On notera cependant que ces olives étaient de la variété *Verdale* de l'Hérault, qui est une variété à chair ferme. L'eau était assez froide sans que l'on ne puisse en indiquer la température précise.

Signalons enfin que le ralentissement du débit d'eau amenait aussitôt à la surface des bacs la présence de bulles, signe certain d'un commencement de fermentation et que les bulles cessaient dès que le débit était augmenté. La tentative couronnée de succès de Mr Azema me paraît digne d'intérêt. Elle a été reprise à la Coopérative Oléicole de Manosque avec une autre variété d'olives. Ces essais sont en cours.

Il est certain que cette méthode ne peut pas être utilisée partout en raison des quantités assez importantes qu'elle exige en eau courante, dont ne disposent pas tous les moulins d'huile d'olive. Cependant, en France, la plupart des moulins utilisaient, et certains utilisent encore, la force hydraulique. Ils sont donc situés près d'une rivière ou d'un canal et ont à leur disposition l'eau nécessaire. Il serait donc intéressant d'obtenir d'autres confirmations et dans un certain nombre de cas on pourrait ainsi facilement résoudre le grave problème du stockage des olives d'huilerie.

N.B. : L'olivier a perdu de nos jours une certaine importance ; il semble cependant qu'un renouveau d'intérêt en sa faveur soit en pleine expansion actuellement (marketing, pharmacopée, etc.)

Le « barcoding », un test génétique applicable aux champignons ?

Dr L. Giacomoni, 04320 Entrevaux
lucien.giacomoni@wanadoo.fr

Résumé : La technique moderne du code-barres (*barcoding*) s'applique désormais aux êtres vivants, grâce aux efforts du Consortium pour le Code-barres de la Vie (CBOL). Il est probable que la classification des champignons sera profondément modifiée, comme celle des plantes et des animaux, par l'utilisation d'une séquence d'ADN à partir d'une procédure normalisée comme diagnostic moléculaire des espèces.

Abstract : The modern technique of barcoding now applies to living beings thanks to the effort of the Consortium for the Barcode of Life (CBOL). The classification of fungi will probably be deeply altered, as well as those of plants and animals by the use of DNA sequencing based on a normalised procedure considered as a molecular diagnostic for species identification.

Le Consortium pour le Code-Barres de la Vie (CBOL - Consortium for the Barcode of Life) se définit lui-même sur son site informatique, et on peut y puiser quelques renseignements de base :

Le CBOL est une initiative internationale consacrée au développement des codes-barres de l'ADN comme une norme mondiale pour l'identification des espèces biologiques. Cet ADN code-barres est une nouvelle technique qui utilise une courte séquence d'ADN d'une procédure normalisée et acceptée sur la position dans le génome comme un diagnostic moléculaire pour l'identification des espèces. Les codes-barres séquences d'ADN sont très courts par rapport à l'ensemble du génome et ils peuvent normalement être obtenus rapidement et à moindre coût. La « région Folmer » (c'est le gène du cytochrome c oxydase I, ou COI, porté par l'ADN mitochondrial) est en train de devenir la norme de la région code-barres pour presque tous les groupes d'animaux supérieurs. Cette région comprend 648 nucléotides de paires de base dans la plupart des groupes et elle est encadrée par des séquences conservées, ce qui la rend facile à isoler et à analyser¹. Un nombre croissant d'études a montré que la variabilité des séquences COI est très faible (généralement inférieure à 1 ou 2%) et que les séquences COI d'une espèce voisine diffèrent de quelques pour cent, ce qui a permis de rapprocher les espèces qui présentent une grande convergence. Nous n'insisterons pas sur les autres régions qui peuvent éventuellement être utilisées car la technique paraît effectivement lourde pour le profane. Mais le *barcoding*, le code-barre du vivant, est une révolution sans précédent qui enthousiasme les généticiens, les journalistes... mais peut-être pas les spécialistes de l'éthique.

Selon le magazine *Le Point*², 30.000 espèces animales auraient déjà été « barcodées ». Il s'agirait surtout pour l'instant d'animaux dits supérieurs (selon le terme employé par le CBOL et qui n'est pas très scientifique), mais des groupes de recherches se sont déjà formés dans différentes disciplines très spécialisées (les oiseaux, les poissons, les papillons, les moustiques, etc.). On conçoit l'intérêt de cette méthode quand il s'agit d'identifier avec précision un parasite de l'homme³ - même si cette réflexion est égoïstement anthropocentrique !

Michel Veuille, directeur du département Systématique et évolution du Muséum national d'histoire naturelle, cité par *Le Point*, révèle que la méthode a déjà permis d'identifier de nouvelles espèces (l'exemple le plus célèbre est la découverte d'une espèce inconnue de baleine à bec) et il affirme que la taxonomie s'en trouve aujourd'hui totalement modifiée : « Juste un exemple : lorsque nous allons en forêt tropicale faire un inventaire de la faune, nous récoltons des centaines d'espèces d'insectes que seuls de très rares spécialistes sont capables d'identifier. Il nous faut les leur envoyer, cela prend des mois. Avec le *barcoding*, il n'y en aura plus que pour quelques jours. »

Un autre intérêt du *barcoding*, pour le spécialiste parisien, est la protection d'une espèce menacée par les activités humaine. Exemple : pour la construction d'une autoroute, on risque de détruire une mare et d'anéantir une espèce de grenouille rarissime signalée dans la région. Comment différencier cet amphibien des autres espèces, car les œufs et les têtards se ressemblent tous ? Réponse : en barcodant les têtards !

¹ Par exemple, les COI de l'homme et du chimpanzé ne se distinguent que par **soixante** nucléotides (le singe est bien un cousin germain !).

² N° 1835 du 15 novembre 2007.

³ Notamment quand les parasites de l'homme transitent dans d'autres organismes vivants, mais sous une forme différente. Grâce au *barcoding*, l'organisme intermédiaire sera plus facilement repéré.

En Afrique, le biologiste Samuel Wasser, de l'Université de Washington, a trouvé une autre méthode pour code-barrer (ou barre-coder ??) les éléphants. Il a choisi comme code-barres un gène mitochondrial qui varie d'une population d'éléphants à une autre, et il peut le déterminer dans les bouses des pachydermes qui contiennent suffisamment de cellules à analyser ! Technique intéressante qui permet de suivre les déplacements des éléphants... et des braconniers. Et de cette façon Samuel Wasser a pu identifier l'origine géographique de 6,5 tonnes d'ivoire saisies au Malawi. Mais les éléphants n'avaient pas été abattus au Malawi ; le *barcoding* montra qu'il avaient été braconnés en Zambie, ce qui obligea ce pays à revoir totalement sa politique de lutte contre le braconnage...

Un autre chasseur de braconniers est le biologiste Mahmoud Shivji, de l'Institut de recherche Guy-Harvey aux Etats-Unis. Celui-là stocke dans son laboratoire de Floride des dizaines d'ailerons de requins en provenance du monde entier, et il a réussi à identifier le code-barre (toujours un gène de l'ADN mitochondrial) des nombreuses espèces de ces squales menacés d'extinction. Requiem pour... le requiem !⁴ De cette façon, il a pu dresser le code-barre des 465 espèces de requins ! Madame Julie Cator, responsable du bureau d'Oceana, une organisation internationale qui milite pour la protection des squales, a récemment déclaré (*Le Point*, op.cit.) : « Grâce au *barcoding*, nous pourrions savoir sur-le-champ si le requin vendu dans une soupe ou sur l'étal d'un poissonnier appartient à une espèce protégée ou non, et en remontant la filière, nous pourrions mettre fin à la pêche illicite. » C'est déjà demain !

Et c'est déjà demain aussi pour les végétaux, car la technique du *barcoding* est en route, avec une petite différence : l'utilisation de plusieurs gènes, toujours issus de courtes séquences d'ADN d'une procédure normalisée. L'analyse génétique deviendra l'outil rêvé pour vérifier la composition extrêmement précise d'une préparation alimentaire, médicale, voire même cosmétique (pour tout produit utilisant une ou plusieurs plantes dans sa préparation) : un code-barre pour le fabricant et le vendeur, et dans l'ombre un code-barre pour l'Agence de Sécurité Alimentaire, pour l'Autorisation de Mise sur le Marché (concernant les médicaments) et pour le contrôleur des fraudes !

Des recherches génétiques, on le sait, sont également réalisées chez les champignons, mais on ne parle pas encore de *barcoding*, même si cette technique est réalisable à partir du génome moléculaire. Nous devons nous attendre à de tels bouleversements de la taxonomie que nous avons du mal à les imaginer. Quant à l'origine du champignon proposé sur le marché, elle ne fera plus guère de doute. Par exemple, ce lot de chanterelles, ou de cèpes qui est vendu en grande surface et étiqueté sous la dénomination d'origine : Haute Loire, ou Lot-et-Garonne, ou Gironde (France). Fraude ! Il provient de la région de Dnitropetrovsk en Ukraine, et le consommateur a le droit de savoir, car il peut avoir quelques craintes, à tort ou à raison : la catastrophe de Tchernobyl, c'était aussi en Ukraine !

Êtes-vous barre-codé ?

Et pour l'homme, qui n'est qu'un « animal supérieur » comme les autres ? Le *barcoding* est facilement réalisable, probablement à partir du gène du cytochrome c oxydase I (COI) porté par l'ADN mitochondrial. En dehors même du COI, on peut envisager une révolution fantastique dans la recherche et le traitement des maladies génétiques. On peut, hélas, envisager le pire – et le pire, avec le *barcoding* qui va vous identifier comme une boîte de petits pois ou de sardines, c'est une discrimination liée à l'eugénisme. Faites-vous barre-coder (ou code-barrer !) et malheur à vous si le technicien découvre que l'un de vos ancêtres s'est laissé aller à une fornication imprudente. Vous êtes impur et vous êtes fiché. On va suivre la filière et demain, peut-être, vous serez persécuté...

⁴ « C'est le nom que les anciens voyageurs donnaient au *Squalus carcharias*, dont l'apparition auprès d'un nageur ne laissait aucun espoir et équivalait à un Requiem. La prononciation altérée en a fait Requin » (Dictionnaire pittoresque d'histoire naturelle et des phénomènes de la nature, 1839). Aujourd'hui, toutes les espèces de requins sont inscrites sur la liste rouge de l'Union Mondiale pour la Nature et 20% sont menacées de destruction totale. La capture des requins est une aberration : le pêcheur sectionne les nageoires et rejette le requin encore vivant à l'eau. Les nageoires (destinées à la traditionnelle soupe chinoise « aux ailerons de requin ») sont vendues à des entreprises spécialisées et acheminées vers l'Asie : chaque année une dizaine de tonnes d'aileron sec sont importées vers le seul port de Hong Kong, et un aileron de 10cm est vendu environ 600 euro/kg. C'est pourquoi la FAO a adopté en 1999 un Plan d'action international pour la conservation et la gestion des requins (PAI-requins). Pour en savoir plus : Vadon C., Les Dessous des Requins, Mus. Nat. Hist. Nat., Tourbillon, Paris, 2006. On réalise l'importance du *barcoding* pour identifier et poursuivre les délinquants... à condition que les autorités veuillent bien s'impliquer !

La nomenclature biologique: une tour de Babylone moderne

Pier Luigi Nimis, Dept. of Biology, University of Trieste, via Giorgieri 10, I-34127 Trieste, nimis@units.it

Cet article a été publié sous la référence : Nimis P.L., 2005, *La Nomenclature biologique : une tour de Babylone moderne*, Saussurea, 35 : 102-105 (traduction française de P.Clerc), reproduction dans ce bulletin avec l'aimable autorisation du Pr Nimis et de Philippe Clerc.

Introduction

Il y a juste deux ans, las de changer des dizaines de noms dans la nouvelle version de mon catalogue des lichens italiens, je me suis mis alors à écrire rapidement un petit conte de fée ayant pour sujet la nomenclature biologique. Ce texte fut publié dans le journal *Nature* sous le titre suivant: «Un conte de Bioutopia» (Nimis, 2001). Il raconte l'histoire d'un pays imaginaire – Bioutopia – habité par deux tribus. L'une d'entre elles, petite, mais puissante, était la tribu des Vrais Taxonomistes qui occupait plusieurs tours d'ivoire isolées dans les montagnes. L'autre, plus grande, mais très pauvre, celle des Utilisateurs de Noms, vivait dans les marais. Toutes les deux adoraient les Noms, mais selon des rites très différents. Les Utilisateurs de Noms révéraient de manière pacifique un immense livre creusé dans le granite, dans lequel des milliards de Noms étaient inscrits pour l'éternité. L'occupation favorite et cruelle des Vrais Taxonomistes était de sacrifier chaque jour quelques Noms, juste en les modifiant, non sans avoir auparavant consulté leur Oracle qui s'appelait «Phylogénie» et qui vivait dans une forêt perdue dans le brouillard. Les deux tribus entrèrent en guerre lorsque, sur le conseil de «Phylogénie», les Vrais Taxonomistes proposèrent au Parlement de Bioutopia de changer le nom de l'organisme d'état, *Lichenia tristis*, en *Thundenthronckia tristis*. Un autre Oracle appelé «Logique» suggéra une solution évidente pour prévenir la guerre: il faut se débarrasser des binômes.

Dès la publication de mon texte dans le journal *Nature*, je commençai à recevoir des centaines de courriers électroniques en provenance du monde entier, envoyés non seulement par des botanistes, des mycologues et des zoologues, mais également par des étudiants, des amateurs et des gens n'appartenant pas au cercle académique. Nombre d'entre eux auraient désiré ouvrir la discussion sur le sujet, mais malheureusement je n'ai pas pu répondre à chacun. Cette courte note contient d'autres éléments de réflexion et quelques réponses aux très nombreuses questions posées dans ces messages.

Quelques concepts de base

Depuis la conférence de Rio, le terme «biodiversité» est devenu, dans le cadre de la recherche en biologie, un concept politique important dans le monde entier. Actuellement, si de nombreux taxonomistes «classiques» peuvent poursuivre leurs recherches, c'est grâce à ce terme qui - au moins tel qu'il est utilisé aujourd'hui - est difficile à définir de manière «opérationnelle». En sciences, le terme «opérationnel» est bien connu, mais il n'est apparemment pas très populaire au sein des lichénologues. C'est Percy William Bridgman (1882-1961), prix Nobel de physique, qui utilisa le premier ce terme en sciences. Dans son fameux *The logic of Modern Physics*, Bridgman (1927) introduit ce qu'il appelle une «définition opérationnelle des concepts». Le texte suivant, qui prend pour exemple le concept de la «longueur» est une citation classique dans plusieurs disciplines scientifiques, de la physique à la biologie: "Pour connaître la longueur d'un objet, nous devons effectuer certaines opérations physiques. Le concept de longueur est, par conséquent, déterminé quand les opérations par lesquelles la longueur est mesurée sont déterminées: c'est-à-dire que le concept de longueur est déterminé au moyen, ni plus ni moins, de l'ensemble des opérations par lesquelles la longueur est déterminée. En général, nous entendons par concept, quel qu'il soit, pas moins qu'un ensemble d'opérations: le concept est synonyme avec l'ensemble correspondant des opérations. Nous devons exiger que l'ensemble des opérations équivalent à chaque concept soit un ensemble unique, sinon il y aura des possibilité d'ambiguïté dans les applications pratiques que nous ne pouvons admettre" (Bridgman, 1927).

Dans *Numerical Taxonomy*, un ouvrage classique, précurseur de la cladistique moderne, Sneath & Sokal (1973), dans leur tentative importante au point de vue historique de sortir la taxonomie biologique du Moyen-Age, partent des mêmes prémisses. La question était la suivante: quel est l'ensemble unique d'opérations réalisé pour définir un taxon ? Le terme «monophylétique» est un acteur important du théâtre nomenclatural actuel. Il est dérivé du grec monos = seul, unique et de phulon = génération, tribu, race. Nous pouvons imaginer deux bergers grecs discutant sur la nature monophylétique de leurs moutons: ont-ils des ancêtre communs? Cependant, chacun d'entre nous a de nombreux ancêtres. Jusqu'où faut-il remonter dans l'histoire pour prouver que certains

d'entre nous sont «monophylétiques»? L'auteur de cet article et son frère - nés de Carlo et de Matilde - sont monophylétiques. A Buenos Aires, il y a quelques années, ils ont rencontré l'arrière petit-fils du frère de leur grand-père qui avait émigré en Argentine au début du siècle précédent. Trois organismes «monophylétiques» se sont ainsi rencontrés à Buenos Aires. Cependant, en tant que descendants d'Adam et d'Eve, ils sont également «monophylétiques» avec Sophia Loren. Il n'y a pas de limites supérieure ou inférieure au monophylétisme, et par conséquent, ce terme n'a pas de définition opérationnelle.

Nous avons, de nos jours, des moyens opérationnels - et tout spécialement des moyens moléculaires - permettant de mettre en évidence le degré de parenté entre organismes, mais nous n'avons aucune règle opérationnelle pour décider clairement à quel degré de parenté le genre s'arrête et la famille commence. Les rangs taxonomiques essayent de contenir et maintenir dans une seule dimension un réseau extrêmement complexe et réticulé de liens de parenté biologique. Les efforts entrepris pour les rendre «scientifiquement plus corrects», par exemple au moyen de la cladistique ou de la systématique moléculaire, revient à cacher l'absence d'une définition opérationnelle. Le problème devient un cauchemar lorsque l'on réalise qu'un rang taxonomique, le genre - également défini par l'esprit versatile de «Phylogénie» - fait intégralement partie des noms que l'on donne aux organismes.

Nomina si nescis, perit et cognitio rerum

La nomenclature biologique - âgée d'un petit peu plus de deux siècles - est fermement enracinée dans le «mythe du binôme»: tout objet biologique reconnu comme étant distinct doit être baptisé au moyen de deux épithètes apparentées: celle du «genre» et celle de l'«espèce». Le mythe du binôme n'a cependant pas réussi à rendre les noms biologiques stables. Qui est donc celui qui tue les noms? C'est sans conteste possible le genre. De manière fort ambiguë, le genre fait partie à la fois de la hiérarchie phylogénétique et du nom biologique. Les genres sont comme des virus, ils sont porteurs de dangereuses implications phylogénétiques qui finiront un jour par tuer les noms (Nimis, 1998, 2001; Lumbsch, 2002).

En latin, le terme *genus* se réfère aux mots sexe («parties génitales»), naissance («gène», «génotype»), descendance («gentry») et famille («généalogie»). Les italiens appellent encore leurs parents *genitori*. Dans la période romaine, il était relativement facile d'attribuer le *genus* de quelqu'un: *genus ducere ab aliquo* (Virgile, «descendre de quelqu'un»), *genus inde trahunt* (Ovide, «ils sont nés de la même lignée» - en parlant d'animaux). Il y avait cependant - comme aujourd'hui encore - des cas de *genera falsa* (Cicéron, «fausse descendance»). Il est beaucoup plus facile de caractériser la descendance de 5 frères ou de 5 vaches que celle de 5 lichens.

Comme les genres font partie intégrale des binômes, la nomenclature biologique dépend fortement des hypothèses phylogénétiques (Nimis 1998, 2001). Les hypothèses sont par définition instables, elles sont modifiées en fonction des nouvelles connaissances scientifiques. Par conséquent, les noms des organismes sont également instables. Ainsi, la stabilité nomenclaturale, selon les règles actuelles, ne peut être atteinte que dans la situation idéale où tous les genres sont parfaitement monophylétiques, c'est-à-dire monospécifiques.

En comparaison avec les bouleversements nomenclaturaux et la confusion babylonienne créés par les changements de noms génériques, l'instabilité résultant d'une définition opérationnelle imparfaite de l'espèce est relativement peu importante.

A l'origine, le terme latin *species* correspond à quelque chose que l'on peut regarder. Il est dérivé du verbe *spectare* (observer, par ex. *speculum* = miroir, ou bien les termes «spectateur», «spectacle», «inspecteur», etc.), et est par conséquent relié aux mots «apparence», «forme» et «ressemblance». Il a également été utilisé dans le sens de «idée» (*veram specie capere*: Livius), «fantaisie» (*vanae species*: Horace), «fantôme» (*nocturnae species*: Livius), et «illusion» (*in speciem*: César), termes qui tous reflètent peut-être mieux l'utilisation actuelle du mot.

Malgré la présence de très nombreux concepts différents de l'espèce (par ex. Baum & Donoghue 1995, Mayden 1997), il existe un consensus au sujet de l'existence de cette dernière (Baum 1998, Lumbsch 2002). Le «concept biologique de l'espèce» (voir par ex. Mayr 1942, 1963) qui définit l'espèce comme étant une population d'organismes pouvant potentiellement échanger de l'information génétique, se rapproche d'une définition opérationnelle de l'espèce. Développé à l'origine par des zoologues, principalement par des ornithologues, il a rapidement été accepté parce qu'il était le seul concept pouvant s'intégrer à la «Théorie synthétique de l'évolution» qui reposait, à l'époque, principalement sur la génétique des populations. Cependant, son application chez les plantes et spécialement chez les champignons s'est rapidement avérée plus difficile que chez les oiseaux.

Combien de «nouvelles» espèces de lichens décrites dans les 50 dernières années sont basées sur une séparation reproductive au sein de populations? La plupart des lichénologues décrivent et délimitent leurs espèces sur la base d'un ensemble de différents caractères basés sur la morphologie, la chimie, la distribution et l'écologie. Dans ces conditions, l'acceptation ou le rejet d'une «espèce» devient une affaire d'opinions éclairées dont certaines pourraient se révéler fausses si seulement nous pouvions avoir des critères opérationnels bien définis pour le

prouver. Les données moléculaires, qui sont certainement d'une aide considérable, ne constituent que des caractères supplémentaires ouvrant la voie à d'autres opinions éclairées.

Le nombre d'«espèces» est à la base de la plupart des estimations de la biodiversité et le fait que le concept d'«espèce» repose sur un sol instable n'est, bien entendu, pas quelque chose dont les biologistes se vantent. Dans toutes les flores et les catalogues lichéniques actuels, les «espèces» sont délimitées en fonction de critères vagues dont les plus importants, pour un groupe taxonomique défini, sont basés sur les opinions de l'auteur de la monographie la plus récente, auxquels nous ajoutons nos sentiments personnels sur la «validité» de certains taxons infragénériques bien précis.

L'utilisation de Noms fait de l'Homme un cas tout à fait spécial au sein du règne des animaux. Les Noms sont des invariants phonétiques qui convoient des bits d'informations sur des fragments du Monde vivant ou inanimé que nous expérimentons comme étant distincts les uns des autres (Wittgenstein 1921). Les Noms trouvent leur origine dans un processus plus ou moins explicite de classification; le concept de «similarité» étant à la base de chaque nom que nous utilisons. Il est effectif dans chaque processus de classification effectué par notre cerveau (par ex. Sneath & Sokal 1973). Les Noms doivent rester stables. Les êtres humains ne peuvent pas échanger des informations dans un Monde où les noms attachés aux fragments le constituant changent chaque jour.

Aujourd'hui, de nombreux taxonomistes s'accrochent encore à des concepts hérités des paysans et des bergers d'autrefois, concepts liés aux idées de lignées de reproduction et de liens familiaux. L'instabilité nomenclaturale est en train de devenir un cauchemar pour les utilisateurs des noms tels que les conservateurs de collections, les gestionnaires de bases de données, les enseignants, les étudiants, les législateurs et les amateurs. Nous pensons qu'un jour ou l'autre, le «Mythe du binôme» sera relégué au sein des oubliettes: la nomenclature doit être séparée de la phylogénie; les noms doivent être séparés des hypothèses phylogénétiques (Cantino et al., 1997, Cantino 1998, 2000, Lumbsch 2002). En fait, c'était déjà l'idée de Linné. Dans son *Critica Botanica* (1736, p. 204) il écrit alors: "Les noms ont la même valeur sur le marché de la botanique que les pièces de monnaie dans les affaires publiques, lesquelles sont acceptées quotidiennement comme ayant une certaine valeur, ceci sans examen métallurgique".

Chaque espèce pourrait être désignée par une épithète unique: un nombre ou un code-barre, la nourriture favorite des ordinateurs. Les Utilisateurs de Noms, comme par exemple, les conservateurs de collections, les gestionnaires de banques de données, les auteurs de livres et de clés d'identification, les législateurs et les enseignants, ne seront alors plus confrontés aux continuels changements génériques. Les vieux binômes pourraient être «fixés pour toujours» et devenir une sorte de «noms scientifiques triviaux». Les Vrais Taxonomistes pourraient dès lors se concentrer sur des choses plus importantes que celles d'effacer des Noms sur le granite, et «Phylogénie» serait libre de changer d'opinion autant de fois qu'elle le désirerait. Les Noms resteraient les mêmes.

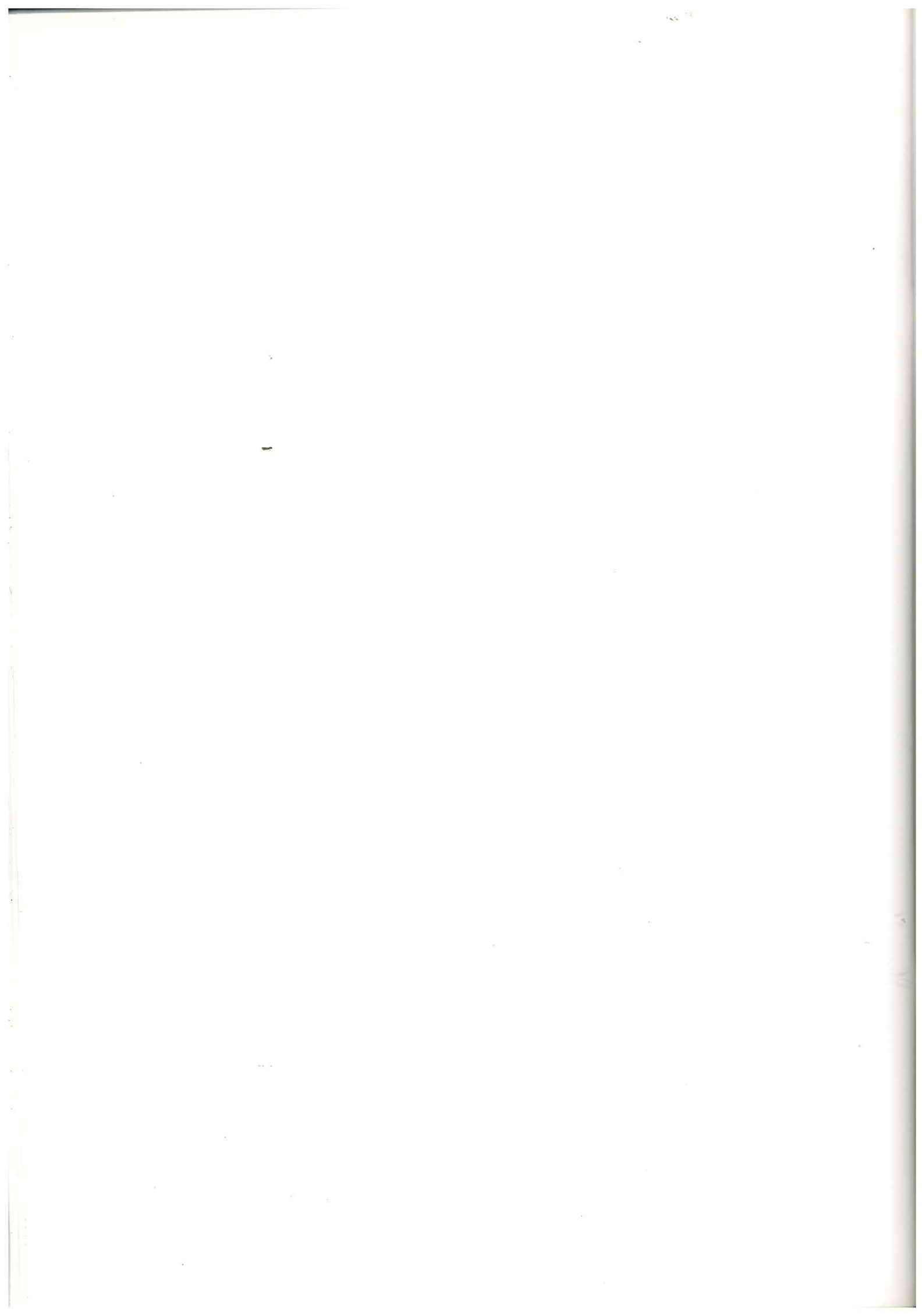
Certains de mes collègues pensent qu'il faudra trois à quatre générations de biologistes avant d'en arriver là. De manière plus optimiste, j'espère qu'une seule génération suffira.

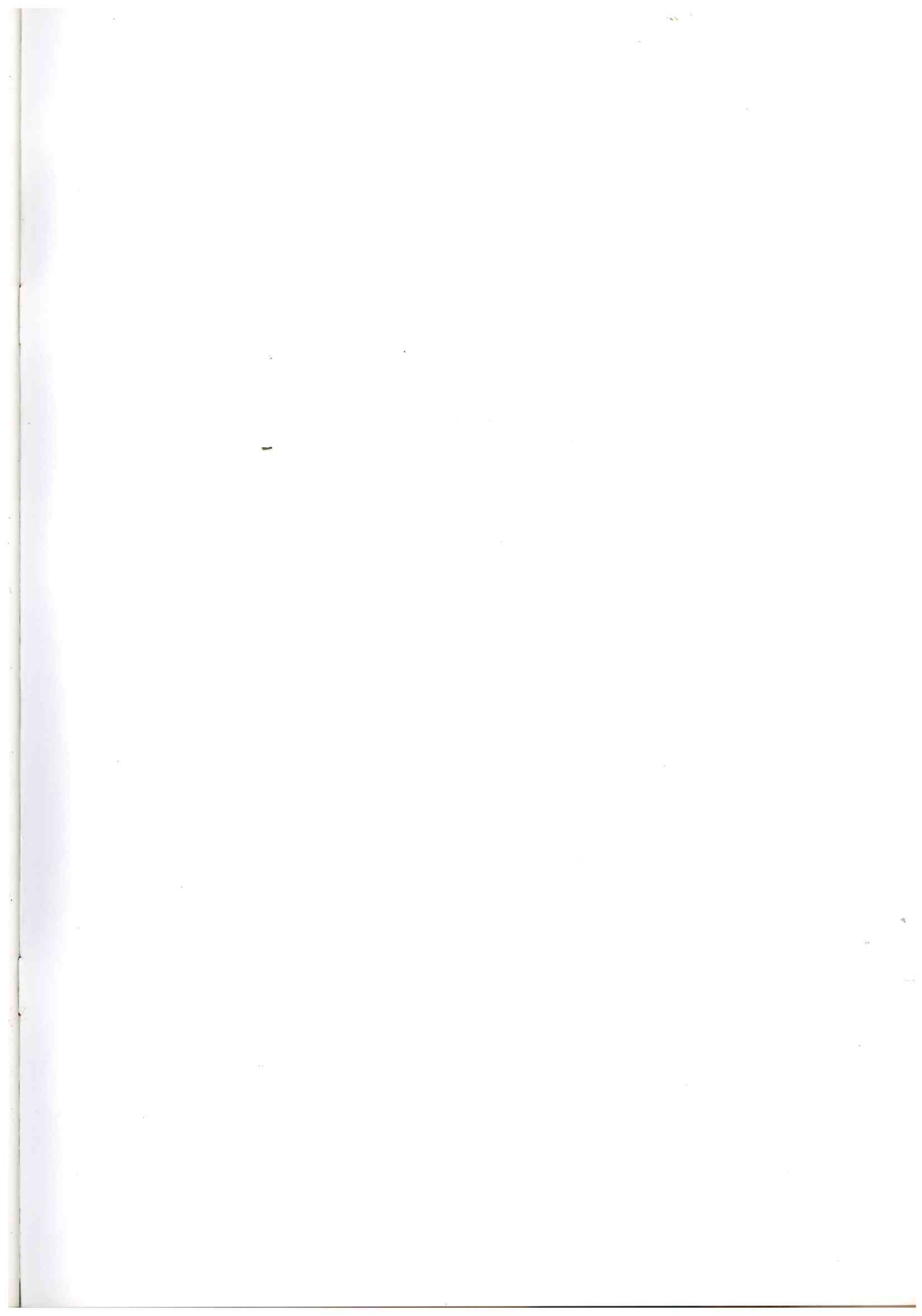
Littérature

- BRIDGMAN, P. W. (1927). *The logic of modern physics*. Reemann. San Francisco, CA.
- CANTINO, P. D. (1998). Binomials hyphenated uninomials and phylogenetic nomenclature. *Taxon*, 49, p. 85 - 93.
- CANTINO, P. D. (2000). Phylogenetic nomenclature: addressing some concerns. *Taxon*, 47, p. 425- 429.
- CANTINO, P. D., OLMSTEADT, R. G. & S. J. WAGSTAFF (1997). A comparison of phylogenetic nomenclature with the current system: a botanical case study. *Systematic Biology*, 46, p. 313 - 331.
- LUMBSCH, H. T. (2002). How objective are genera in euascomycetes? *Persp. Pl.Ecol. Evol. Syst.*, 5, 2, p. 91 - 101
- MAYDEN, R. L. (1997). A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of species problem, p. 381 - 424. In: CLARIDGE, M. F., DAWAH, H. A. & M. R. WILSON (eds.). *Species, the units of biodiversity*. Chapman & Hall, London.
- MAYR, E. (1942). *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press. New York.
- MAYR, E. (1963). *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- NIMIS, P. L. (2001). A tale from Bioutopia. *Nature*, 413, p. 21.
- NIMIS, P. L. (1998). A critical appraisal of modern generic concepts in lichenology. *Lichenologist* 30, P. 427 - 438.
- SNEATH, H. A. & R. R. SOKAL (1973). *Numerical taxonomy*. Freeman. San Francisco.
- WITTGENSTEIN, L. (1921). *Tractatus Logico-Philosophicus*. Wien.

N.D.L.R. (AEMBA) : On utilise plus souvent l'expression "Tour de Babel" (illustrée d'ailleurs sous ce nom par de nombreux peintres, notamment les artistes flamands comme Pierre Bruegel le Vieux ou les frères Hans et Martin Van Valkenburg le Vieux). Babel est le nom hébreux de Babylone, et la tour, qui correspond à la ziggourat babylonienne, aurait été construite selon la Genèse par les descendants de Noé pour escalader le ciel. On sait que leur orgueil fut puni par la confusion des langues (Yaweh dit : "confondons leur langage de sorte qu'ils ne puissent plus s'entendre", Gen. XI). Au sens figuré, c'est un lieu où tout le monde parlant à la fois, personne ne peut s'entendre.









Cypripedium calceolus



Amanita phalloides



Ophrys scolopax



Tricholoma pardinum



Aster alpinus