

# ENTRETIEN AVEC PIERRE-ARTHUR MOREAU, PhD, INGÉNIEUR ENITA

*MAÎTRE DE CONFÉRENCES DE MYCOLOGIE, FACULTÉ DE PHARMACIE DE LILLE*

entretien le 24 décembre 2006 actualisé le 11 août 2007



*Jean-François Moreau : Pierre-Arthur Moreau, vous êtes à 35 ans, maître de conférences de mycologie à la Faculté de Pharmacie de Lille II et administrateur de la Société Mycologique de France. Comment explique-t-on l'épidémie nationale d'intoxication par la consommation de champignons observée durant l'automne 2006, atteignant des seuils alarmants quand la morbidité détruit des reins et des foies humains, avec une mortalité en conséquence?*

Pierre-Arthur Moreau : Il ne s'agit pas d'une épidémie, mais d'intoxications concomitantes : pas de vecteur ni de contagion. Il y a une quinzaine de syndromes associés à la consommation de champignons toxiques, dont les principaux sont bien connus et clairement attribués à des espèces facilement identifiables, à condition de connaître les caractères d'identification. En 2006, deux alertes sanitaires ont été déclenchées au niveau national à la suite de consommations de champignons mortels; cependant, chaque année apporte son lot d'accidents et de drames familiaux, qui auraient toujours été évitables lorsqu'on les regarde a posteriori. En 2003, c'est la consommation en quantités déraisonnables d'un champignon réputé comestible, le Tricholome équestre ("bidaou" dans le sud-est), qui a endeuillé deux familles à la suite de rhabdomyolyses jusqu'alors inconnues chez les champignons supérieurs; ici, un comportement aberrant (a priori imprévisible) a révélé une toxicité jusqu'alors ignorée chez une espèce pourtant consommée traditionnellement depuis des siècles. En 2006, le schéma est hélas plus classique : il s'agit d'une coïncidence entre des poussées massives de champignons, lors d'un été torride et humide, et l'inconscience de ramasseurs occasionnels sans bagage mycologique. Dans certains cas, les champignons mortels (des lépiotes, à toxicité phalloïdienne) poussaient dans les jardins individuels, en mélange avec des "mousserons" (*Marasmius oreades*), et ont été confondus sans prendre garde aux caractères particuliers des lépiotes (chapeau écaillé, pied portant des traces de voile...). Dans un autre cas, c'est la récolte de "beaux champignons rouges" inconnus mais attrayants (en fait des cortinaires à toxicité orellanienne, détruisant les reins) qui ont conduit une famille entière

sous dialyse. Dans tous ces cas, il s'agit d'une méconnaissance profonde des risques encourus par la consommation de champignons, associée à une ignorance des espèces dangereuses et des caractères importants à observer.

Au début du XXe siècle, on dénombrait une centaine d'intoxications mortelles par an en France, qui pouvaient être attribuées aux lacunes du savoir populaire et à la difficulté de trouver les ouvrages mycologiques. Au cours du XXe, ce nombre n'a cessé de baisser, grâce à la prévention et aux ouvrages illustrés de plus en plus précis. Mais ce qui était autrefois attribuable à un déficit culturel relève aujourd'hui de la bêtise, et le retour de ces intoxications massives est d'autant plus inquiétant qu'on ne sait pas comment informer les futures victimes, par définition extérieures aux circuits d'information médicaux et médiatiques classiques.

Les comportements du public sont devenus très irrationnels depuis quelques années, incités – peut-être par réaction au consumérisme industriel omniprésent - à profiter librement des produits de la nature (jugés a priori inoffensifs puisque "naturels"). Le pharmacien, dernier professionnel de santé à recevoir une formation significative (quoique souvent symbolique) dans les domaines de la mycologie et de la botanique, a de plus en plus de mal à jouer son rôle de garde-fou face à des ramasseurs qui le consultent de moins en moins avant de manger leurs récoltes.

Il faut encore ajouter que les progrès dans la connaissance de ces intoxications ont été très importants depuis trente ans, et que beaucoup de cas d'intoxication sont à présent parfaitement diagnostiqués (trop tard souvent, hélas et ce sont les toxiques lents qui sont les plus dangereux et non pas ceux qui font vomir dès l'ingestion). Les centres anti-poisons, lorsqu'ils parviennent à se coordonner et à centraliser leurs informations, peuvent lancer des alertes sanitaires sur les médias avec une grande efficacité, comme on l'a vu en 2006. Mais ce n'est que la partie émergée de l'iceberg.

*Jean-François Moreau : La mycologie médicale s'intéresse principalement aux levures microscopiques et très peu aux champignons macroscopiques; voyez-vous une raison de dichotomiser ces deux groupes fongiques de façon étanche?*

Pierre-Arthur Moreau : Il y a toujours eu un fossé entre la parasitologie et les autres volets de la mycologie; ce n'est pas du fait des champignons eux-mêmes (ils appartiennent aux mêmes groupes taxinomiques), mais d'une différence d'utilité, de mode d'étude, et d'une nécessité de se spécialiser pour connaître à fond un des nombreux aspects de la mycologie. Le cloisonnement thématique semble inévitable, et il s'accompagne malheureusement d'une absence de communication entre ces disciplines. La médecine s'est appropriée légitimement la mycoparasitologie. Il est compréhensible que l'identification des autres espèces, et à plus forte raison les aspects d'écologie, de biologie et de reproduction, aient été délaissés par la médecine au profit de matières plus centrées sur la santé publique. Par contre, il est honteux que la toxicologie des champignons n'ait plus aucune place dans les instituts de recherche médicale en France, où elle ne survit localement que dans les centres de toxicovigilance grâce à la bonne volonté de quelques médecins particulièrement motivés. De même, les facultés des sciences ont abandonné la mycologie et la botanique aux facultés de pharmacie, qui cherchent à s'en débarrasser à leur tour. Ce cloisonnement spontané est finalement négatif pour tous, et il faut peut-être y voir une explication de l'état déplorable de toutes les sciences naturelles "traditionnelles" dans les universités françaises.

*Qu'est-ce qu'un taxinomiste aujourd'hui ? Un identificateur et un classificateur d'espèces, héritier de Linné ?*

Pierre-Arthur Moreau : Etymologiquement, un taxinomiste («taxonomist» en anglais) est un spécialiste des taxons, c'est-à-dire des «tiroirs» dans lesquels on range le monde vivant (qui sont hiérarchisés en règnes, embranchements, divisions, ordres, familles, genres, espèces, sous-espèces et variétés, pour résumer). Implicite, le taxinomiste est surtout spécialisé dans la définition (et donc la reconnaissance) des espèces. Mais il est forcément aussi systématique, c'est-à-dire qu'il s'intéresse à la classification des taxons (à la reconnaissance de leurs affinités).

L'image de ces spécialistes, pour le grand public aussi bien que pour le politicien ou le président d'université, est celle de vieux originaux à la «Tournesol», s'épuisant les yeux sur un microscope monoculaire poussiéreux et ne répondant qu'en latin. En réalité, la biologie moléculaire est devenue un outil incontournable pour compléter le travail remarquable de ces «Anciens», mais pour maîtriser ces nouvelles données foisonnantes et extraordinairement complexes, il faut aussi comprendre les travaux antérieurs et observer, étudier, décrire comme autrefois. Au risque de faire bondir les jeunes chercheurs pour qui les publications de 2005 sont déjà obsolètes dans leurs domaines hyperspécialisés, nous travaillons aussi couramment avec les dernières publications en date qu'avec les ouvrages immortels de Bulliard (1779-1791) et de Fries (1818-1874), car les champignons sont toujours les mêmes et toujours aussi difficiles à reconnaître...

*Jean-François Moreau : L'écologie est entrée de plein pied dans le domaine de la santé publique. Les champignons sont-ils des index utiles à l'étude du réchauffement de la planète dont les effets risquent notamment de toucher l'épidémiologie des zoonoses ?*

Pierre-Arthur Moreau : Les champignons en général ne sont pas les indicateurs les plus pratiques pour rendre compte des changements climatiques ; les plantes et les insectes sont bien plus faciles à observer à long terme. Mais on peut sans trop de risque d'erreur attribuer au réchauffement global l'extension d'espèces pathogènes inquiétantes : Batrachochytridium dendrobatidis, un champignon unicellulaire parasite des grenouilles arboricoles d'Amérique tropicale, semble très favorisé par ces changements et menace fortement l'existence de plusieurs espèces de grenouilles ; des parasites d'arbres (divers Phytophthora notamment) sont en extension en Europe et pourraient avoir les mêmes effets dévastateurs que la graphiose de l'orme dans les années à venir. Ces progressions font actuellement l'objet de programmes de recherche, au même titre que les espèces végétales et animales invasives.

*Jean-François Moreau : Avant de devenir un enseignant-chercheur titulaire à Lille, vous avez obtenu un diplôme d'ingénieur en techniques agricoles à Dijon et effectué votre service civique au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, puis vous avez passé un DEA et une thèse de doctorat ès-sciences à l'Université de Savoie sur l'écologie des tourbières alpines qui vous a conduit à être recruté par le Jardin botanique de Zurich où vous avez passé près de deux ans. Comment l'Europe enseigne-t-elle la botanique à ses étudiants ?*

Pierre-Arthur Moreau : L'enseignement en botanique est encore assez approfondi dans une grande partie de l'Europe; en Suisse il est encore bien enseigné à Genève et à Zurich; en Allemagne, il est en passe de réintégrer la 1<sup>re</sup> année de médecine (chose inenvisageable en France). En Italie et en Espagne, il y a des instituts botaniques prestigieux et encore soutenus par leurs gouvernements. En revanche, la mycologie descriptive est moribonde dans beaucoup de pays : en Suisse il ne reste que deux mycologues professionnels, et aucune formation universitaire ne permet d'acquérir des connaissances significatives dans ce domaine. L'Allemagne possède

quelques laboratoires qui produisent beaucoup de doctorants, mais ils ne trouvent pas de travail dans les universités et se mettent souvent à leur compte comme experts. En France, nous avons une particularité culturelle remarquable et unique au monde : nous n'avons que deux instituts de botanique fonctionnels (Paris et Montpellier), par contre la mycologie est incluse dans l'enseignement en faculté de pharmacie. Mais il n'y a pas de mycologue compétent dans toutes les facultés, loin de là, et la qualité de l'enseignement dans ces matières difficiles à enseigner est très inégale d'une faculté à l'autre ; certaines y ont carrément renoncé. Du coup, mon patron Régis Courtecuisse et moi avons été très sollicités l'an dernier lors des vagues d'intoxications.

*Jean-François Moreau : Comment l'Europe a-t-elle digéré le champignon atomique de Tchernobyl, si nocif à la flore mycologique ?*

Pierre-Arthur Moreau : Pour Tchernobyl, les champignons sont utilisés comme bio-indicateurs depuis la catastrophe et font partie des témoins des taux de contamination. Certaines espèces sont toujours déconseillées à la consommation en raison de leur aptitude particulière à accumuler le césium 137. Mais ces mesures, plus ou moins connues et appliquées en France, sont négligées pour les champignons récoltés industriellement en Europe de l'Est et importés en Europe pour les conserves et les grandes surfaces. Des contrôles effectués à la frontière belge sur une cargaison de girolles ukrainiennes, il y a quelques années, avait révélé des taux de radioactivité classant ces champignons comme «déchets radioactifs». Malheureusement, les réseaux de distribution des champignons commercialisés sont opaques, et la DGCCRF n'a pas les moyens humains de réaliser des contrôles réguliers. Ce qui est sûr, c'est que beaucoup de champignons résistent parfaitement aux polluants en tous genres, et tendent à les accumuler, ce qui leur confère une toxicité d'origine environnementale indépendante de leur comestibilité «théorique» et imperceptible par les consommateurs. La consommation de champignons doit donc être modérée, en évitant les espèces les plus accumulatrices et en les récoltant à bonne distance de sources de pollutions comme routes, zones industrielles et cultures.

*Jean-François Moreau : Vous avez passé l'été 2006 sur les campus universitaires du Québec et de Harvard. Y avez-vous trouvé les mêmes champignons qu'en Europe ?*

Pierre-Arthur Moreau : La bio-géographie des champignons est aussi complexe que celle des plantes ; certains sont propres à toutes les zones tempérées de l'hémisphère Nord, d'autres ont des aires de répartition plus localisées pour diverses raisons écologiques ou historiques. Sur la côte Est, on trouve beaucoup d'espèces appartenant à des groupes actuellement inconnus en Europe, à côté d'espèces – peut-être un tiers – très semblables aux nôtres. A l'inverse, il y a très peu d'espèces européennes qui n'aient pas leur équivalent en Amérique. Notre continent, tout en étant le mieux connu à cause d'une forte densité de naturalistes, est paradoxalement l'une des régions les moins riches du monde en espèces, les plus remarquables étant présentes dans des habitats particuliers souvent menacés. L'Europe a beaucoup à perdre par la destruction de ses espaces naturels, car elle n'est pas très riche!

*Jean-François Moreau : Leurs ressources humaines en mycologie réagissent-elles sur les mêmes standards naturalistes que vous ?*

Pierre-Arthur Moreau : Les meilleurs descripteurs de champignons du XIX<sup>e</sup> siècle étaient américains, associés aux jardins botaniques qui fleurissaient sur la côte Est à cette époque. L'Europe a pris le dessus au cours du XX<sup>e</sup>, avec des naturalistes remarquables, tandis que les mycologues américains se noyaient dans de grands travaux monographiques de qualité médiocre. Aujourd'hui, depuis vingt ans, la mycologie en Amérique du Nord est une mycologie professionnelle très avancée, sans comparaison possible



avec nos rares équipes bricolant sur des coins de bureaux encombrés. La mycologie du XXI<sup>e</sup> siècle est déjà américaine : une nouvelle génération de mycologues, maîtrisant à la fois les technologies modernes et la mycologie descriptive traditionnelle, est en train d'émerger et travaille remarquablement bien. Chose curieuse : l'Amérique du Nord ne connaît quasiment pas la mycologie associative de haut niveau qui structure l'Europe : leurs associations sont des ramasseurs de champignons sans vocation naturaliste, tandis que chez nous elles regroupent tous les niveaux de mycologie. Aux USA il n'y a pas de passerelles entre la mycophagie et la mycologie de haut niveau, qui se confond avec la mycologie professionnelle. Chez nous, c'est la passerelle entre la mycologie de haut niveau et la mycologie professionnelle qui n'existe pas.

*Jean-François Moreau : Que sont les Myxomycètes ? Des champignons ou des animaux ?*

Pierre-Arthur Moreau: C'est un exemple anecdotique, d'un groupe d'organismes assimilés aux champignons par ressemblance superficielle, et pour lesquels les outils développés au cours du XX<sup>e</sup> siècle (optiques, biochimiques, à présent génétiques) ont prouvé qu'ils appartenaient à une lignée complètement différente, beaucoup plus ancienne que l'émergence des organismes pluricellulaires, et qu'on considère à présent comme un règne à part (apparenté à certaines amibes). Ces «fossiles vivants» très répandus dans la nature n'attirent généralement pas l'attention du public (sauf lorsqu'ils sont montrés sous la loupe binoculaire), et on pourrait en déduire qu'ils ne servent «à rien». Pourtant ce sont les organismes dont les spores sont les plus résistantes (pouvant germer après 1 siècle de stockage), qui résistent de manière incroyable aux fortes concentrations en métaux lourds (qu'ils concentrent naturellement), et qui ont servi de modèle pour comprendre les phénomènes de mitoses nucléaires (*Physarum polycephalum* est un habitué des laboratoires de génétique microbienne). En 2004, des équipes internationales ont été très largement subventionnées par la National Science Foundation (USA) pour conduire l'inventaire mondial des Myxomycètes (<http://slimemold.uark.edu/>). Inutile de dire, hélas, qu'aucun professionnel français n'a pu s'y associer, les meilleurs spécialistes français, de réputation internationale par ailleurs, étant une fois de plus des «amateurs» (une couturière retraitée, un instituteur retraité et un curé de village).

La classification (le mot «systématique» fait peur...) est une activité intellectuelle apparemment peu utile ; on ne guérit rien avec à première vue. Mais tout de même, n'est-il pas formidable de savoir, même si ce sont les Américains qui l'ont montré, que le règne fongique est le frère jumeau du règne animal, et que nous avons beaucoup plus de parenté avec le cèpe de Bordeaux ou *Candida albicans* qu'avec un chêne ou une fougère ?

*Jean-François Moreau : Darwin et les théoriciens de l'évolution ne parlent pas des champignons. Ces théories s'appliquent-elles au monde mycologique ?*

Pierre-Arthur Moreau : Pour les adeptes des théories darwiniennes revues à la lumière des connaissances modernes (le «néo-darwinisme») – il faut se rappeler que Darwin a vécu avant la découverte des lois de la génétique de Mendel, avant la théorie de la dérive des continents de Wegener, et bien avant la découverte de la nature du patrimoine génétique par Watson & Crick, éléments indispensables pour asseoir ses théories -, l'évolution repose sur deux «forces» :

- 1) la diversification croissante des espèces au cours du temps, par accumulation de mutations au cours des générations (traduite par l'apparition ou la disparition de caractères sans signification a priori) ;
- 2) l'élimination ou la favorisation des espèces par la sélection naturelle (processus lent), ou à la suite d'événements catastrophiques (vagues d'extinctions massives au cours des

âges: phénomènes ponctuels), dans lesquels les caractères peuvent jouer un rôle dans la survie, l'élimination ou l'adaptation des espèces face à ces pressions.

Chez les champignons, le processus de diversification des espèces est facile à démontrer par les études phylogénétiques, et on peut retracer l'histoire géographique et généalogique des espèces sans trop de difficultés à partir des séquences d'ADN. En revanche, il n'est pas du tout évident que la sélection naturelle s'applique aux champignons comme elle peut s'appliquer aux animaux ou, avec déjà moins d'impact, aux végétaux. En réalité, les avantages conférés par une couleur, une forme, une taille de spores... pour telle ou telle espèce ne sont pas du tout évidents, pour des organismes jouant avant tout sur leur capacité à décomposer leur milieu, sans interagir avec d'éventuels insectes pollinisateurs et sans réelle concurrence sexuelle entre individus. Ces différences sont plutôt à interpréter comme des caractères apparus au cours de l'évolution par l'expression de mutations aléatoires, et qui ont été conservées car elle ne défavorisaient pas l'espèce. Bref, avec les champignons, on a un exemple d'évolution fondée sur la diversification (presque) sans sélection darwinienne, un modèle que ne se sont pas encore appropriés les théoriciens de l'évolution mais qui se révélera certainement passionnant pour comprendre plus généralement les mécanismes d'«apparition» (ou plutôt d'émergence) des espèces au cours des âges.

Alors que les animaux et les végétaux ont «misé» sur une diversification morphologique poussée (avec apparition d'organes spécialisés), les champignons n'ont pas beaucoup évolué morphologiquement depuis leur apparition (dès l'Ere secondaire, les champignons supérieurs existaient sous la même forme que maintenant). En revanche ils ont développé un arsenal biochimique remarquable, sans doute lié à la nécessité d'exploiter au mieux les ressources de leur environnement tout en restant immobiles, ce qui en fait les plus importants producteurs d'enzymes et de métabolites secondaires du monde vivant.

*Jean-François Moreau : Pour conclure, comment la mycologie pourrait-elle s'allier à la recherche médicale pour un mutuel profit dans le domaine de la santé ?*

On observe actuellement un grand malentendu entre les biologistes, biochimistes, et mycologues. Nous sommes vus comme des «artistes», qui savent chercher des champignons dans la nature, mais qui ne sont pas indispensables pour les autres étapes de la recherche, y compris l'identification, vue comme un travail facile et presque superflu. Or, il faut 10 à 20 ans pour former un mycologue opérationnel ; il faut donc en former avant d'en avoir besoin ! Pour l'instant, nous ne sommes pas assez nombreux pour envisager de nous spécialiser en direction de la recherche fondamentale, mais nous tentons d'y apporter notre contribution. La recherche de molécules actives à partir des champignons, notamment en cancérologie, commence tout juste à intéresser certaines équipes de recherche françaises, auxquelles nous fournissons des espèces correctement identifiées ; il faut alors résoudre certains problèmes parfois très difficiles. C'est le cas des champignons asiatiques réputés antimutagènes (*Ganoderma lucidum* par exemple) : mal déterminés, ils peuvent être identifiés à tort à des espèces européennes voisines dont on ignore les propriétés réelles.

Peu de toxicologues travaillent sur les intoxications fongiques ; ceux-ci sont plus proches de notre centre de compétences et nous aimerions pouvoir nous associer à eux pour améliorer la prévention et l'information du public. Il faudra sans doute attendre que ces recherches d'intérêt public, peu spectaculaires sur le plan scientifique et sans retombée économique sensible, soient soutenues par les pouvoirs publics. En attendant, nous entretenons tant bien que mal nos compétences afin qu'elles soient affûtées, le jour où, inévitablement, on nous appellera au secours...