

**SOCIÉTÉ D'HISTOIRE
NATURELLE
DE LA MOSELLE**
FONDÉE EN 1835



SIÈGE : COMPLEXE MUNICIPAL DU SABLON
48, RUE SAINT BERNARD 57000 METZ
CCP 1.045.03A STRASBOURG
<https://shnm.fr>

FEUILLET de LIAISON
n° 697 février 2022

Réunion mensuelle :

jeudi 24 février 2022

Attention : il s'agit bien du quatrième jeudi du mois et non du troisième (pour cause de vacances scolaires).

Soirée mensuelle : avec une intervention de Karine DEVOT : « Guêpe et paix ». La conférence démarrera dès 20h alors, ne soyez pas en retard !

Prochaines activités :

* Jeudi 17 mars 2022 : réunion mensuelle avec une conférence : « Les arbres de mémoire plantés autour des cimetières prussiens de 1870 » par Gérard Liégeois.

._°_°_°_°_.

Pensez à régler votre cotisation 2022. Son montant est de 25 euros (35 euros pour un couple, 10 euros pour un étudiant), payable de l'une ou l'autre des trois façons suivantes :

- par chèque à l'ordre de la S.H.N.M., à envoyer à Hervé Brulé (soit au siège, soit à son adresse : 11 rue Charlemagne, 57000 METZ) et non au trésorier.
- par virement CCP au compte indiqué dans l'en-tête en haut à gauche (le signaler à Yves Gérard yves.gerard57@gmail.com et à H. Brulé).
- par virement bancaire à notre compte au Crédit Mutuel (idem) :

Crédit Mutuel (RIB) :

Banque	Guichet	N° compte	clé	Domiciliation
10278	05900	00029450440	92	Crédit Mutuel Enseignant 57

Crédit Mutuel (IBAN) :

IBAN	BIC	Domiciliation
FR76 1027 8059 0000 0294 5044 092	CMCIFR2A	Crédit Mutuel Enseignant 57

&&&&&

Compte rendu de la séance du Jeudi 16 décembre 2021, par B. Feuga et He. Brulé

Membres présents : Mmes et MM., P. BRILLI, He. BRULÉ, Hu. BRULÉ, C. CUNIN, M. DURAND, An. FEUGA, B. FEUGA, B. HAMON, M. LEJARLE, J. MEGUIN, J.-L. OSWALD, Y. ROBET.

Membres excusés : Mme et MM., Au. FEUGA, C. KELLER-DIDIER, J.-P. JOLAS, C. PAUTROT, J.-Y. PICARD, C. PRAUD, G. TRICHIES.

Invité : M., J.-M. METZ.

-°-°-°-°-

Petites annonces

Hervé Brulé présente le bon souvenir de Jean-Yvon Picard qui n'a pu venir et souhaite de joyeuses fêtes à toutes et tous et les excuses de Christian Pautrot.

Hugues Brulé, qui était allé aider Christian Pautrot ce matin pour percevoir et transporter vers la SHNM des caisses de livres dont se défaisait l'Académie Nationale de Metz, signale avoir fait chou blanc : les livres avaient tous été emportés (vers un dépôt ou à la benne ? Là est toute la question ! On le saura dans quelques mois).

HB présente les revues reçues en décembre [la liste en sera présentée dans le prochain feuillet]. On discute encore de coronavirus et de maladie à prions.

Conférence

Hervé Brulé présente une revue de presse naturaliste et scientifique. Les sujets sont tirés en général de la revue étasunienne *Science*, mais cette revue ayant l'habitude de rendre compte également d'articles parus dans d'autres revues, cela permet d'avoir une couverture de l'ensemble de la littérature scientifique (sciences « exactes »). Ensuite, à partir d'un article, HB « tire les fils » pour remonter à d'autres articles grâce aux références citées dans les articles initiaux. Aujourd'hui, cela lui permet de parler de trois sujets.

1°) Une cascade létale : le point final à une enquête de 27 ans a été publié en mars 2021 dans *Science* et a même fait la couverture du magazine.

Depuis environ 27 ans en effet, on constate des événements de mortalité en masse de l'aigle pêcheur américain (*Haliaeetus leucocephalus* – Bald Eagle). Ce bel oiseau de proie, noir à la tête blanche et au bec jaune, fait la fierté des étatsuniens, qui l'ont représenté sur leur monnaie et divers écussons officiels. C'est en 1994 que les premiers cas de *myélinopathie vacuolaire* (MV) ont été observés chez cet aigle dans l'Arkansas. La maladie affectait aussi foulques et hiboux. Aucun polluant ni organisme infectieux n'a pu être impliqué à l'époque. Par manque d'argent, les agents de l'état n'ont pas poursuivi l'enquête. Une chercheuse étasunienne, Susan Wilde, a poursuivi seule l'enquête. Dans tous les lacs et réservoirs où des cas de MV avaient été déclarés, elle et ses étudiants notaient la présence d'une plante invasive : *Hydrilla verticillata* (Hydrocharitaceae). En 2001, elle remarque que les feuilles portent à la face inférieure des taches sombres. Au microscope, avec une lumière qui fait briller en rouge les cyanobactéries, toute la feuille apparaît rouge. En 2014, cette espèce de cyanobactérie, nouvelle pour la science, est nommée *Aetokthonos hydrillicola* (du grec aëtós, aigle et kteínō, tuer). Wilde nourrit en laboratoire des canards colverts avec *Hydrilla* porteurs de cyanobactérie : ils développent les lésions de la substance blanche. D'autres animaux de labo sont touchés : amphibiens, poissons, reptiles, insectes et vers. On ne sait pas si cela affecte les mammifères.

Un groupe de chimistes allemands dirigé par Timo Niedermeyer rentre en lice : ils arrivent à cultiver la cyanobactérie *in vitro* et à en produire de grandes quantités ; mais les poussins qui en sont nourris ne développent pas de lésions. C'est une grande déception. Ils ont l'idée d'ajouter du bromure au milieu de culture des cyanobactéries (qui n'en contiennent pas normalement) : une neurotoxine est produite ! Elle est liposoluble, ce qui est inhabituel pour les toxines de cyanobactéries, mais correspond bien au pré requis pour une bioaccumulation dans la chaîne alimentaire.

C'est la plante *Hydrilla* qui concentre le bromure à partir de la vase et le fournit à la cyanobactérie. Le bromure peut avoir plusieurs sources : érosion naturelle de certaines roches ; centrales à électricité fonctionnant au charbon ; certains « retardateurs de flamme », liquides de « fracking », sels de déneigement ; certains dés herbants comme le « dibromure de diquat » qui est précisément utilisé pour détruire *Hydrilla* dans les plans d'eau.

Les chimistes allemands déterminent la structure de la toxine, qu'ils appellent Aetokthonotoxine (AETX). Il s'agit d'une condensation de deux groupements indole sur laquelle sont greffés 5 atomes de brome. En l'absence de brome dans le milieu, la cyanobactérie ne produit pas cet alcaloïde (ni même son squelette non brominé). Ils séquencent le génome de la cyanobactérie, repèrent les gènes responsables de la fabrication d'AETX (qu'ils nomment *AetA* à *AetF*) et synthétisent la toxine *in vitro* à l'aide des enzymes recombinantes.

A ce point de la présentation, H.B. fait une petite digression sur les composés halogénés naturels. En 1954, on en connaissait une douzaine (par exemple, thyroxine, chloramphénicol). En 2012, on en dénombre plus de 5000 qui sont fabriqués (ou concentrés) par : bactéries, animaux marins (éponges, prédateurs), macroalgues, plantes (très rarement). Les atomes utilisés sont :

- Fluor (n° atomique 9) : très rares composés, chez plantes et actinomycètes,
- Chlore (n° 17), nombreux composés,
- Brome (n° 35), nombreux composés,
- Iode (n° 53).
- Il existe des molécules avec brome ET chlore (chez les animaux marins).

En résumé : depuis 25 ans, les aigles pêcheurs meurent en masse dans les états du S.E. des Etats-Unis autour des lacs artificiels. La cascade létale responsable a été totalement élucidée et a été publiée en mars 2021. Elle comprend : la colonisation des eaux douces par une plante invasive ; cette plante sert de support à une cyanobactérie. Exposée au bromure, la cyanobactérie produit un alcaloïde brominé et neurotoxique. La neurotoxine s'accumule dans la chaîne alimentaire de par sa lipophilie. Les herbicides utilisés par les gérants des lacs pour éliminer la plante invasive contiennent du brome.

Des essais pour contrôler la plante invasive sans produits chimiques sont en cours : l'arrachage manuel est peu efficace L'introduction de carpes triploïdes stériles mangeuses d'*Hydrilla* a donné de bons résultats. Elles ont effectivement permis d'éliminer *Hydrilla* dans certains plans d'eau. Depuis, aucun aigle malade n'y a été repéré.

Quelques questions sont posées. Pourquoi les symptômes sont-ils apparus seulement en 1994 ? Il se pourrait que la plante n'ait envahi les plans d'eau d'Amérique du nord que vers cette époque. D'où vient la cyanobactérie ? Soit elle est venue avec la plante, soit elle préexistait dans le milieu aquatique local (il y a beaucoup de *microbes* qui restent à découvrir et Bernard Hamon indique que les têtes de bassin comprennent souvent des espèces cryptiques). Quel est l'« intérêt » pour la bactérie d'empoisonner les aigles ? Peut-être l'intérêt du couple plante-bactérie est-il d'intoxiquer les poissons ou mollusques qui mangent ses feuilles, sans « voir » plus loin.

2°) les vieux baobabs sont mourants

Parmi les arbres angiospermes, le baobab africain (*Adansonia digitata*) est l'espèce la plus grosse et la plus longévive (les séquoias ne sont pas des angiospermes mais des gymnospermes !). Depuis quelques années, les grands baobabs africains meurent. Mais il est difficile de savoir leur âge et donc de savoir si ce sont les plus vieux qui meurent. L'âge des baobabs est difficile à connaître car certaines années, ils ne font pas d'anneaux et d'autres années, ils en font plus d'un → on ne peut pas déduire leur âge du nombre d'anneaux.

Dans une première étude, Patrut et al. (2018) utilisent la datation au ^{14}C pour calculer leur âge. Ceci leur permet de comprendre le mode de croissance des baobabs : d'une première tige partent des racines souterraines qui vont faire émerger de nouvelles tiges, le tout finissant par former un cercle abritant une fausse cavité. Mais ces auteurs constatent aussi le déclin des vieux baobabs. Pendant leur période d'étude, de 2006 à 2018, neuf des treize plus vieux baobabs d'Afrique et cinq des six plus larges, sont morts ou ont vu leurs tiges les plus vieilles mourir. Le plus vieux (« Panke », au Zimbabwe) avait 2450 ans. Aucun signe de maladie n'ayant été détecté, les auteurs pensent plutôt à un effet du changement climatique.

A ce moment de la conférence, H.B fait une petite digression sur la datation au ^{14}C . Et d'abord, d'où vient le ^{14}C ? L'atmosphère terrestre comprend une grande quantité d'azote moléculaire N_2 . Chaque atome d'azote possède un noyau composé de sept protons et sept neutrons, qui est noté ^{14}N . Certaines radiations d'origine cosmique et solaire peuvent, en heurtant le noyau, transformer un proton en neutron, et du ^{14}N devient alors du ^{14}C . Cet isotope radioactif est voué à se désintégrer pour redevenir du ^{14}N tout en émettant un rayon bêta (électron). Toutefois, la demi-vie du ^{14}C est de 5.760 ans ce qui lui laisse le temps d'être absorbé par les êtres vivants en tant que carbone. Au sein de la biosphère, le ^{14}C est incorporé dans le corps des êtres vivants tout comme le ^{12}C ou le ^{13}C , isotopes stables du carbone (il y a 98,89 % de ^{12}C et 1,11 % de ^{13}C). Après leur mort, si les os des animaux ou le bois des arbres peuvent être préservés à l'abri des intempéries et des dégradations, on constate que le taux de ^{14}C diminue au cours du temps alors que le ^{12}C reste constant : c'est la base de la méthode de datation. Autrefois, on comptait les désintégrations radioactives du ^{14}C . Cela utilisait 5 à 10 grammes de carbone organique. Après préparation (notamment pulvérisation), il fallait introduire la préparation dans un compteur à scintillation, et attendre un certain temps. Aujourd'hui, on sépare et on compte les atomes de ^{12}C , ^{13}C et ^{14}C grâce à un spectromètre de masse (SM). Cette méthode ne nécessite qu'environ 1 mg de carbone organique et le résultat est presque immédiat. Dans les deux cas, la limite de la méthode est d'environ 55.000 ans. Autrefois, on pensait que la production du ^{14}C dans l'atmosphère était constante chaque année. Aujourd'hui, on sait qu'il y a des fluctuations, ce qui nécessite des corrections. On l'a prouvé notamment grâce à la datation anneau par anneau (la méthode par SM, grâce à sa faible consommation de matériau, permet d'analyser individuellement le bois de chaque anneau d'un arbre). Les variations sont en particulier liées aux variations du champ magnétique terrestre, lui-même relié aux variations de l'activité solaire. L'analyse anneau par anneau permet ainsi de reconstituer le paléo-champ magnétique terrestre.

Dans une seconde étude, Patrut et al. (2021) ont étudié « Big Tree », un baobab de 25 mètres situé au Zimbabwe, qui est une attraction touristique visitée par des centaines de milliers de touristes en route vers les chutes Victoria. L'arbre est formé de 5 tiges principales + 3 jeunes + 1 fausse tige. Toujours par la datation au ^{14}C par méthode SM, ils ont découvert que ces tiges appartiennent à trois générations différentes. La plus ancienne date de 1150 ans. C'est plus vieux que ce que l'équipe pensait sur la base de la taille. Cette différence pourrait s'expliquer par le stress dû aux orages violents qui caractérisent cette région. Les tiges de la vieille génération ont cessé de croître il y a 100 ans. Les auteurs concluent que la datation des baobabs est importante pour comprendre leur taux de mortalité et leur comportement face au changement climatique.

Une petite discussion s'engage. Marc Durand indique que le problème n'est pas seulement que les vieux meurent, mais qu'il n'y a plus beaucoup de jeunes, du moins à Madagascar. Nés dans la forêt dense (d'où leur nom de *reniala* = « mère de la forêt » à Madagascar), les baobabs actuels ne sont que des reliques ayant résisté aux incendies naturels et surtout volontaires. Dans la savane, ils ne se régénèrent que très difficilement car leur graine ne peut germer en l'absence des microorganismes et insectes attaquant leur coque très résistante.

3°) une nouvelle plante carnivore découverte : *Triantha occidentalis* (Tofieldiaceae)

Il y a environ 800 espèces de plantes carnivores connues. La dernière découverte d'une plante carnivore remonte à 2012, avec une plante de la savane brésilienne qui attrape des vers grâce à des feuilles souterraines : *Philcoxia minensis* (Plantaginaceae, Serra do Cabral, Minas Gerais). A partir d'un article de revue sur les plantes carnivores, HB liste les différentes familles et genres et leur nombre d'espèces.

Concernant la petite nouvelle, *Triantha occidentalis* (la « Fausse asphodèle ») vit dans des tourbières de montagne dans l'ouest de l'Amérique du Nord. La plante digère les insectes collés sur le pédicelle floral (qui peut faire 80 cm de haut). C'est donc une plante carnivore « à temps partiel ». Il existe un seul autre exemple de plante carnivore « à temps partiel », une plante grimpante d'Afrique de l'ouest (*Triphyophyllum peltatum*) qui digère les insectes quand elle est jeune, puis perd cette capacité en vieillissant.

Pour *Triantha*, ce sont des études de génomique comparée qui ont fourni les premiers indices. G. Ross & S. Graham (Université de Colombie britannique) se sont aperçus qu'il lui manquait certains gènes qui sont également absents chez d'autres plantes carnivores. Il s'agit de gènes impliqués dans le réglage fin de la photosynthèse. L'équipe a nourri les plantes *in situ* avec des insectes marqués à un isotope de l'azote. Une à deux semaines après, les plantes avaient absorbé l'azote puisqu'on retrouvait l'isotope dans les tiges, les feuilles et les fruits. Ils ont montré aussi que les poils contiennent une phosphatase, comme chez d'autres plantes carnivores. L'absorption du phosphore est tout aussi importante que celle de l'azote pour les plantes vivant en milieu pauvre.

La plupart des plantes carnivores à poils collants les disposent loin de la fleur, pour ne pas diminuer leurs chances de pollinisation. Chez la « Fausse asphodèle », les poils sont juste assez collants pour piéger des petits insectes, mais pas des abeilles. Certains botanistes considèrent que pour être vraiment carnivore, il faudrait que la plante attire les insectes sur des surfaces spécialisées et modifiées.

A ce stade de la présentation, H.B. indique que toutes les plantes à poils collants ne sont pas forcément carnivores. Les poils collants piègent des petits insectes qui pourraient nuire à la plante. De plus, les insectes collés peuvent attirer des gros insectes prédateurs qui protègent la plante. Les poils collants peuvent piéger des grains de sable ; ceux-ci dissuadent les herbivores (non palatabilité, camouflage). HB entreprend de développer ces deux idées.

Les poils collants peuvent servir à protéger une plante des insectes nuisibles, en les engluant. De plus, les insectes collés peuvent attirer une faune qui va protéger la plante. C'est d'ailleurs le cas chez *Roridula* sp. (une plante classée parmi les carnivores) et qui a une punaise spécifiquement associée. Le phénomène existe aussi chez des non-carnivores. Une équipe d'entomologistes de l'université de Californie a démontré ce phénomène chez une Ancolie à pédoncules gluants : *Aquilegia eximia* (LoPresti et al., 2015). Ils ont fait des tests (ajout ou retrait de cadavres d'insectes, puis dénombrement des prédateurs et des dégâts causés par les insectes herbivores). Et aussi, ils ont testé si les pédoncules dégageaient un parfum qui attire les insectes. Résultats : les pédoncules de cette Ancolie dégagent un parfum qui attire les insectes « touristes ». Les insectes touristes ne sont pas différents de ceux qui se

collent sur des surfaces artificielles (papiers collants). Ces cadavres attirent des insectes « prédateurs ». Ceux-ci sont diversifiés mais on retrouve les mêmes sur différentes plantes collantes (ils forment une « guilda » qu'il conviendrait d'étudier, souvent des punaises). Les « prédateurs » protègent la plante des attaques des insectes « herbivores » qu'ils repoussent. Les « herbivores » sont, par exemple, les chenilles des papillons. Eric LoPresti compile tous les genres et espèces de plantes ayant des poils collants [NDLR : et on peut participer à cet inventaire ; en vue de l'étoffer, H.B. propose de fournir aux personnes intéressées la liste des familles, genres et espèces déjà identifiés en France]. Quelqu'un demande dans la salle comment font les « prédateurs » pour ne pas être englués à leur tour ? La réponse tient sans doute à leur taille, beaucoup plus grande que celle des moucherons, et à leurs longues pattes.

Deuxième utilité des poils collants : ils peuvent attraper les grains de sable dans les milieux sableux. Ceci pourrait avoir deux effets protecteurs pour la plante : la protéger de la mâchoire des herbivores en créant une armure de sable. Les grains de sable ont un effet abrasif sur l'email de la dent et il n'est pas agréable de mâcher du papier de verre ! Un second avantage serait de camoufler la plante dans son milieu. Mais ceci pourrait aussi baisser la photosynthèse. Hugues Brulé fait remarquer que cela peut aussi servir pour réduire l'insolation. C'est juste car certains cactus fabriquent des poils blancs pour se protéger d'un excès de lumière. Dans une étude expérimentale (utilisant le lavage des feuilles, le retrait ou l'addition de grains de sable), LoPresti & Karban (2016) ont montré que les grains de sable protègent surtout par leur effet dissuasif vis-à-vis des herbivores (ici, mollusques et chenilles). Un effet camouflage n'a pas été détecté dans leur expérience.

Une petite discussion s'engage autour du fait, étonnant pour certains, que l'on utilise de l'argent public pour faire de telles recherches. Hervé Brulé considère que des recherches aussi fondamentales et « inutiles » ne sont plus guère possibles que dans des pays très riches, c'est-à-dire les Etats-Unis et l'Allemagne ; en France, une telle équipe de chercheurs serait déjà « virée ». Marc Durand pense aussi que, pour ce qui est de la France, la recherche fondamentale est devenue pratiquement impossible.

Il est 22h30 et la séance est levée, assez tôt pour une fois.

Bibliographie :

- Breinlinger S. *et al.* (2021). Hunting the Eagle killer : A cyanobacterial neurotoxin causes vacuolar myelinopathy. *Science*, **371**, eaax9050.
- Heaton T.J. *et al.* (2021). Radiocarbon : A key tracer for studying Earth's dynamo, climate system, carbon cycle, and Sun. *Science*, **374**, eabd7096.
- Krol E. *et al.* (2012). Quite a few reasons for calling carnivores 'the most wonderful plants in the world'. *Annals of Botany*. **109**, pp. 47-64.
- Lin Q., Ané C., Givnish T.J., & Graham S.W. (2021). A new carnivorous plant lineage (*Triantha*) with a unique sticky-inflorescence trap. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **118**.
- LoPresti E.F., Pearse I.S. & Charles G.K. (2015). The siren song of a sticky plant : Columbines provision mutualist arthropods by attracting and killing passerby insects. *Ecology*. **96**(11), pp. 2862-2869.
- LoPresti E.F. & Karban R. (2016). Chewing sandpaper: grit, plant apparency, and plant defense in sand-entrapping plants. *Ecology*. **97**(4), pp. 826-833.
- Patrut A. *et al.* (2018). The demise of the largest and oldest African baobabs. *Nature Plants* volume **4**, pp. 423–426.
- Patrut A. *et al.* (2021). Age, growth and architecture of the historic Big Tree at Victoria Falls, Zimbabwe assessed by radiocarbon dating. *Dendrochronologia*, vol. **70**.