

# L'Ermite herbu

N° 59

septembre 2019



Journal de l'Association Des Amis du Jardin de l'Ermitage ADAJE



### Ermite herbu

#### Rédaction

N° 59, septembre 2019

Fabienne Montandon

fabienne.k.montandon@bluewin.ch

#### ADAJE:

c/o Jardin botanique de Neuchâtel

Pertuis-du Sault 58

2000 Neuchâtel

CCP: 20-5761-9

<http://www.adaje.ch>

[info@adaje.ch](mailto:info@adaje.ch)

#### Maquette:

Paul-Etienne Montandon

[paul-etienne.montandon@bluewin.ch](mailto:paul-etienne.montandon@bluewin.ch)

**Page de couverture:** Une des plus belles plantes des bas-marais de l'éta-ge alpin: la linaigrette de Scheuchzer (*Eriophorum scheuchzeri*; voir l'article sur la sortie à Valgrisenche);

Photo: J.-P. Kolly



La rare laiche bicolore (*Carex bicolor*) fréquente les alluvions sableuses bordant les méandres du ruisseau (voir l'article sur la sortie à Valgrisenche); photo: J.-P. Kolly

## Sommaire

### Fabienne Montandon

Editorial .....3

### Edward Mitchell *et al.*

Contamination globale des miels du monde par des néonicotinoïdes et implications sociétales .....4

### Jean-Michel Gobat

Hommage à Jean-Louis Richard .....12

### Fabienne Montandon

Une médiatrice culturelle au Jardin botanique, Léa Wobmann .....17

### Marylaure de La Harpe

Les Pléiades, sortie botanique .....19

### François Freléchox

Valgrisenche et chalet de l'Epée, sortie botanique .....22

### Cyrille Montandon

Variabilité génétique et sélection des plantes .....26

### Eric Grossenbacher

Un indice, aussi petit soit-il, est toujours un indice .....34

### Georges Haldimann

Clin d'oeil photographique .....37

### Francis Grandchamp

Clin d'oeil de l'Ermite .....38

**Annnonce du Jardin botanique .....39**

## Editorial

**Fabienne Montandon**

*ADAJE, rédaction de l'Ermite herbu*

Chères lectrices et chers lecteurs,

Lors de l'excursion de l'ADAJE dans la Vieille Thielle, une alerte participante, Odette Dubois, m'a fait part de son mécontentement, voire de son indignation à propos de la présence de la sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea*), une plante carnivore, dans les marais et les zones humides visités, aux Tenasses entre autres.

En effet, cette plante introduite au début du 18<sup>e</sup> siècle peut être qualifiée de néophyte selon les critères de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), alors qu'Odette Dubois pense que cette plante, même si elle est spectaculaire, n'a rien à faire dans ces milieux, car elle pourrait remplacer progressivement des plantes indigènes et, ainsi, menacer la biodiversité.

D'autres personnes, par contre, ne partagent pas cet avis et estiment que cette plante a sa place dans les biotopes de notre pays et ne présenterait pas de

danger pour la flore locale (cf. La Salamandre n° 228, juin-juillet 2015).

Pour ma part, j'ai pu voir une touffe de sarracénies dans la zone humide des Saignolis au-dessus de La Chaux-de-Fonds, de même que deux touffes de ces plantes au Marais Rouge des Pont-de-Martel. On peut se demander si les sarracénies se propagent et se développent dans ces milieux, ou se maintiennent simplement. Si mes souvenirs sont exacts, ces plantes étaient arrachées et éliminées aux Cerlatez – étang de Gruère près de Saignelégier pour éviter qu'elles deviennent envahissantes...

De mon côté je serais encline à penser comme Odette Dubois.... Quelle est la bonne option? Accepter la présence de cette plante ou l'éliminer? Je vous laisse réfléchir sur le sujet de la présence ou de l'élimination des néophytes et du rôle qu'elles peuvent avoir, ou pas, dans notre environnement....

Sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea*), marais des Saignolis;  
Photo: Fabienne Montandon



# Contamination globale des miels du monde par des néonicotinoïdes et implications sociétales

Edward Mitchell<sup>1,2</sup>, Alexandre Aebi<sup>1,3</sup>, Matthieu Mulot<sup>1</sup>, Aline Mutabazi<sup>4</sup>, Gaëtan Glauser<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institut de Biologie, Université de Neuchâtel, Suisse, <sup>2</sup>Jardin Botanique de Neuchâtel, <sup>3</sup>Institut d'Ethnologie, Université de Neuchâtel, <sup>4</sup>NPAC Neuchâtel Platform of Analytical Chemistry, Université de Neuchâtel

Cet article est basé sur une présentation donnée à l'occasion de l'assemblée générale de l'ADAJE, le 16 mars 2019.

## Que sont les néonicotinoïdes et pourquoi s'y intéresse-t-on tant?

Les néonicotinoïdes sont des insecticides à large spectre. Ils sont donc potentiellement toxiques pour tous les in-

sectes et les invertébrés de manière générale. Mais ils ont également un impact sur les vertébrés [1-3]. Ce sont des pesticides de synthèse, des molécules créées par des chimistes s'inspirant de

### a Chloropyridinyl/Trifluoropyridinyl

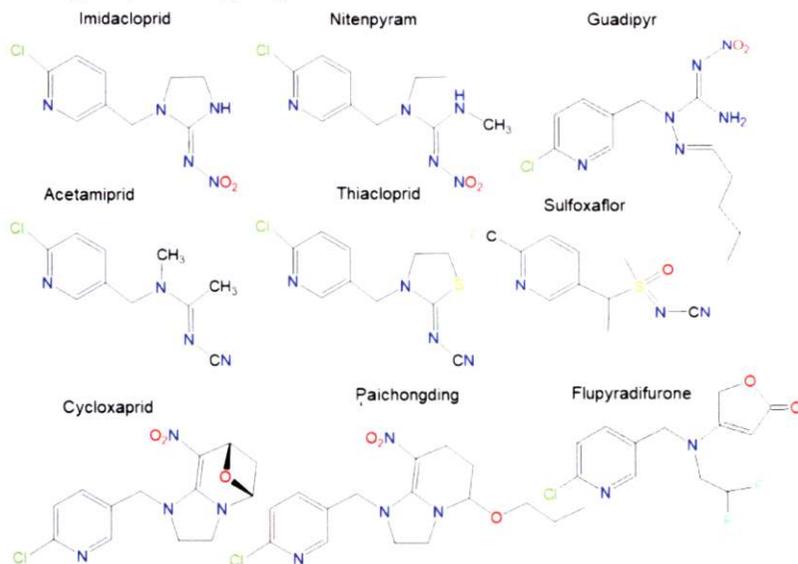


Figure 1. Structure chimique de la nicotine (1b, encadré), des néonicotinoïdes (1a), qui en sont inspirés, et du fipronil (1b). Les néonicotinoïdes et le fipronil sont des insecticides systémiques.

la structure de la nicotine (figure 1), un insecticide naturel produit par la plante de tabac [4]. En modifiant la structure de la molécule de nicotine, les chimistes ont créé des molécules d'une toxicité extrême, jusqu'à 10'000 fois plus toxiques que le DDT (toxicité aigüe, LD50 = dose tuant 50% d'une population d'abeille domestique) [4-9].

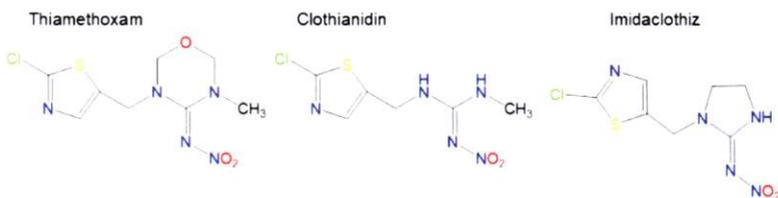
L'imidaclopride, première molécule de cette famille, fut créée en 1985 puis mise sur le marché en 1991. Depuis le début des années 1990 les néonicotinoïdes se sont rapidement imposés comme les insecticides les plus utilisés, principalement de manière prophylactique par enrobage des graines de cultures majeures. Ce sont des pesticides systémiques: la plante absorbe le pesticide par les racines et toute la plante devient toxique, y compris pollen et fruits. Toutefois seule une petite fraction (environ 5%) est assimilée par la plante, le solde restant dans le sol [5, 10] contaminant la faune du sol.

Les néonicotinoïdes se dégradent lentement dans le sol. Leur demi-vie varie de moins d'un mois à plus de 20 ans selon les molécules, le type de sol et les conditions climatiques [5, 10]. Une accumulation est donc possible d'une année à l'autre. Les néonicotinoïdes peuvent être transportés par ruissellement ou lessivage et après contaminer les cours d'eaux et aquifères, les bordures des champs et les jachères florales [5, 11]. La récente observation de la présence de néonicotinoïdes dans la majorité des sols d'exploitations bio de Suisse atteste de ce potentiel d'accumulation et de transport [12].

### Impact des néonicotinoïdes sur les abeilles, les autres pollinisateurs et les vertébrés

Depuis la fin des années 1990 un phénomène de mortalité anormale des abeilles domestiques est observé: le syndrome d'effondrement des colonies

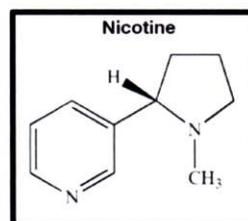
#### b Chlorothiazolyl



#### Tetrahydrofuranyl



#### Phenylpyrazole



d'abeilles (Colony Collapse Disorder ou CCD). S'il est difficile d'en prouver la cause, l'utilisation prophylactique d'insecticides à large spectre en agriculture a rapidement été suspectée [8]. Le *Varroa destructor*, un acarien parasite de l'abeille domestique originaire d'Asie du Sud-Est et arrivé en Europe dans les années 1970-1980, est souvent cité comme la principale cause du CCD. Or le *Varroa* ne s'attaque pas aux abeilles sauvages et aux autres pollinisateurs. L'arrivée du *Varroa* ne suffit donc pas à expliquer leur déclin, et encore moins celui des autres pollinisateurs.

Au-delà des effets toxiques aigus, de nombreux effets sublétaux ont été démontrés sur les abeilles et d'autres organismes [6, 13]. Des effets sublétaux sont par exemple des troubles de l'orientation ou des systèmes immunitaire et reproductif, qui ne tuent pas directement l'individu mais peuvent néanmoins à terme provoquer la diminution voire l'extinction des populations. De tels effets sont donc susceptibles de réduire la capacité de maintien des espèces d'invertébrés dans un environnement où ils subissent de plus en plus d'autres atteintes [14]. Par effet de cascade, la diminution des populations d'insectes affecte d'autres organismes, en particulier les oiseaux insectivores [15].

Les oiseaux sont par ailleurs aussi impactés directement. Une perdrix mangeant six graines de betterave traitées aux néonicotinoïdes aurait 50% de chances de mourir. Pour un moineau la dose serait d'une graine et demie [3]. Ici aussi la contamination à des doses sublétales est démontrée, par exemple

tous les moineaux domestiques analysés en Suisse contenaient des traces de néonicotinoïdes, même dans les exploitations bio [16].

Afin d'évaluer l'impact potentiel des néonicotinoïdes sur la biodiversité à grande échelle, une donnée essentielle est de savoir quelle est l'ampleur de la contamination de l'environnement des différentes régions du monde. Ici les abeilles se révèlent très utiles. En effet, les néonicotinoïdes présent dans les fleurs butinées par les abeilles se retrouvent dans le miel. Or nous avons montré que les trois-quarts des miels du monde contiennent des néonicotinoïdes et près de la moitié (48%) une concentration totale supérieure à 0.1 ng/g et, à cette concentration, des effets négatifs ont été observés expérimentalement sur l'abeille domestique (voir l'Ermite Herbu no 56) [17]. Une concentration de 0.1 ng/g semble dérisoire, mais correspond à plus de deux cent millions de molécules de neurotoxiques dans le cerveau d'une abeille.

### **La question des pesticides – considérations plus générales et implications sociétales**

Environ 500 pesticides de synthèse différents sont utilisés en agriculture à l'échelle globale. Lorsqu'une molécule de pesticide se dégrade, elle donne naissance à d'autres molécules appelées métabolites (figure 2) dont la toxicité est souvent mal connue, car tester l'impact de toutes ces molécules serait une tâche titanesque. Compte-tenu des différents pesticides, les molécules associées dans les formulations commerciales (adjuvants) et les métabolites, les organismes vivants, humains y com-



fet, tous les organismes terrestres et aquatiques sont exposés à des pesticides de manière chronique – et il en va de même pour nous!

La capacité analytique de détection et de quantification adéquate à des concentrations correspondant à des effets sublétaux pour toutes ces molécules ne va pas de soi. A titre d'exemple, les néonicotinoïdes sont toxiques pour les insectes à des concentrations si faibles qu'il n'a été possible de mesurer de telles concentrations dans le miel que 24 ans après leur mise sur le marché!

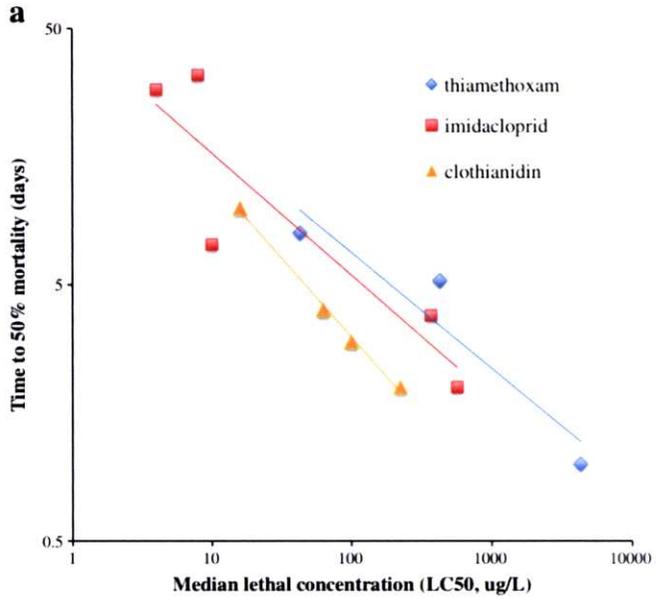
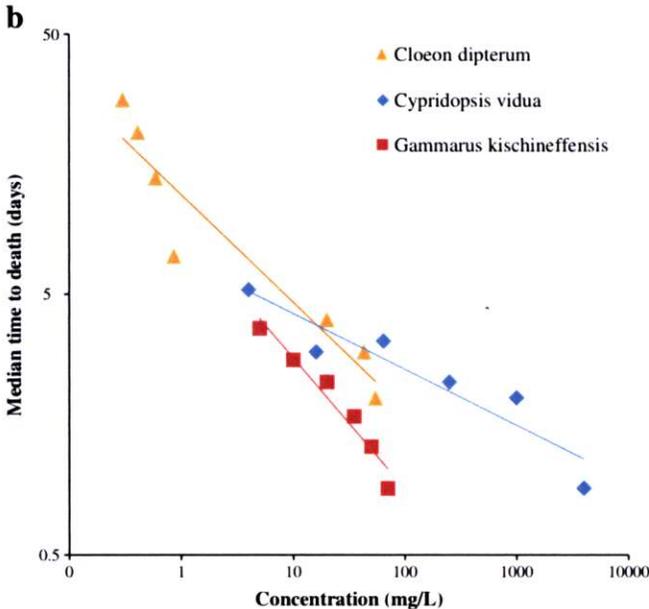


Figure 3. Toxicité cumulative des néonicotinoïdes au cours du temps pour l'abeille (a) et les arthropodes aquatiques (b). Ces graphiques illustrent que plus la toxicité est évaluée sur une longue période, plus de faibles concentrations de pesticides ont déjà un effet néfaste.

Source: Pisa *et al.* 2017, référence 17



Le cas des néonicotinoïdes soulève de nombreuses questions sur l'utilisation des pesticides de synthèse en général: l'utilisation des pesticides à large spectre de manière prophylactique et de manière quasi-systématique est-elle compatible avec une gestion durable des ressources naturelles (fertilité des sols), la conservation de la biodiversité, et la santé humaine? Avons-nous des alternatives et

investissons-nous assez pour les dépis-ter? Notre mode de consommation et nos exigences (esthétiques, temporelles, etc.) sont-ils compatibles avec une production agroalimentaire plus saine, ayant moins recours à des pesticides?

Le problème n'est pas nouveau! En 1962, Rachel Carson publiait son livre *Silent Spring* dans lequel elle dénonçait l'utilisation massive et irréfléchie de pesticides de synthèse [29]. Depuis plus d'un demi-siècle l'utilisation de pesticides de synthèse à large spectre soulève de nombreuses questions. La société est de plus en plus sensible aux questions environnementales. L'utilisation de pesticides de synthèse est de plus en plus remise en cause, voire interdite. Les néonicotinoïdes sont à présent partiellement interdits dans l'Union Européenne et en Suisse et totalement interdits en France. Sommes-nous à l'aube d'une nouvelle ère dans laquelle l'agriculture viserait une réelle durabilité environnementale et sociale?

### Remerciements

Nous remercions les voyageurs-donateurs de miels, nos collègues en Suisse et à l'étranger, l'Université de Neuchâtel et le Jardin Botanique de Neuchâtel.

### Références

[1] Addy-Orduna L.M, Brodeur J.C., Mateo R. 2019. Oral acute toxicity of imidacloprid, thiamethoxam and clothianidin in eared doves: A contribution for the risk assessment of neonicotinoids in birds. *Science of the Total Environment* 650: 1216-1223;

[2] Mineau P., C. Palmer C. 2013. The impact of the nation's most widely used insecticides on birds. American Bird Conservancy, VA, USA;

[3] Gibbons D., Morrissey C., Mineau P. 2015. A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 103-118;

[4] Simon-Delso N. *et al.* 2015. Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 5-34;

[5] Bonmatin J.M. *et al.* 2015. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 35-67;

[6] Pisa L.W. *et al.* 2015. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 68-102;

[7] Van der Sluijs J.P. *et al.* 2015. Conclusions of the worldwide integrated assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 148-154;

[8] Bijleveld van Lexmond M., Bonmatin J.M., Goulson D., Noome D. 2015. Worldwide integrated assessment on systemic pesticides. *Environmental Science and Pollution Research* 22, 1-4;

[9] Goulson D. 2013. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Ap-*

*plied Ecology* 50, 977-987;

[10] Bonmatin J.M. *et al.* 2005. Behaviour of imidacloprid in fields. Toxicity for honey bees. In: *Environmental Chemistry*, Lichtfouse E., Schwarzbauer J., Robert D., Eds. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, chap. 44, pp. 483-494;

[11] Bonmatin J.M. *et al.* 2019. A survey and risk assessment of neonicotinoids in water, soil and sediments of Belize. *Environmental Pollution* 249, 949-958;

[12] Humann-Guilleminot S. *et al.* 2019. A nation-wide survey of neonicotinoid insecticides in agricultural land with implications for agri-environment schemes. *Journal of Applied Ecology* 56, 1502-1514;

[13] Pisa L. *et al.* 2017. An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environmental Science and Pollution Research*, pp 1-49. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0341-3>;

[14] Sánchez-Bayo F., Wyckhuys K.A.G. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation* 232, 8-27;

[15] Hallmann C.A., Foppen R.P.B, van Turnhout C.A.M., de Kroon H., Jongejans E. 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511, 341-343;

[16] Humann-Guilleminot S. *et al.* 2019. A large-scale survey of house sparrows feathers reveals ubiquitous presence of neonicotinoids in farmlands. *Science of the Total Environment* 660, 1091-1097;

[17] Mitchell E.A.D. *et al.* 2017. A worldwide survey of neonicotinoids in honey. *Science* 358, 109-111;

[18] Ikenaka Y. *et al.* 2018. Contamination by neonicotinoid insecticides and their metabolites in Sri Lankan black tea leaves and Japanese green tea leaves. *Toxicology Reports* 5, 744-749;

[19] Taira K. 2014. Human neonicotinoids exposure in Japan. *Japanese Journal of Clinical Ecology* 23, 14-24;

[20] Baudry J., Assmann K.E., Touvier M. *et al.* 2018. Association of frequency of organic food consumption with cancer risk: findings from the nutrinet-santé prospective cohort study. *JAMA Internal Medicine* 178 (12), 1597-1606;

[21] Caron-Beaudoin E., Denison M.S., Sanderson J.T. 2016. Effects of neonicotinoids on promoter-specific expression and activity of aromatase (CYP19) in human adrenocortical carcinoma (H295R) and primary umbilical vein endothelial (HUVEC) cells. *Toxicological Sciences* 149, 134-144;

[22] Eriksson M., Hardell L., Carlberg M., Akerman M. 2008. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *Int J Cancer* 123 (7), 1657-1663;

[23] Hemler E.C., Chavarro J.E., Hu F.B. 2018. Organic foods for cancer prevention—worth the investment? *JAMA Internal Medicine* 178 (12), 1606-1607;

[24] Kocaman A.Y., Rencuzogullari E., Topaktas M. 2014. *In vitro* investigation of the genotoxic and cytotoxic effects of thiacloprid in cultured human peripheral blood lymphocytes. *Envi-*

*ronmental Toxicology* 29, 631-641;

[25] Koureas M., Tsezou A., Tsakalof A., Orfanidou T., Hadjichristodoulou C. 2014. Increased levels of oxidative DNA damage in pesticide sprayers in Thessaly region (Greece). Implications of pesticide exposure. *Science of the Total Environment* 496, 358-364;

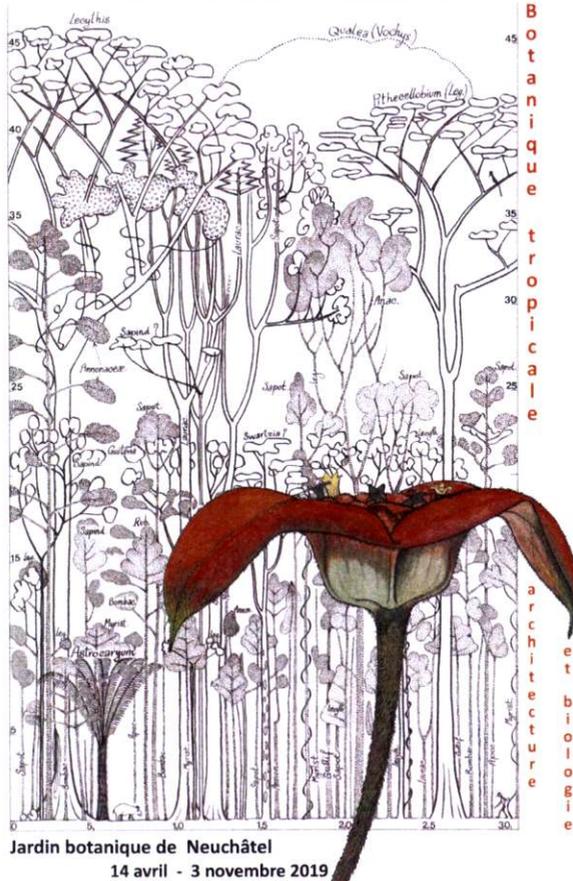
[26] McDuffie H.H. *et al.* 2001. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticide exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 10, 1155-1163;

[27] Myers J.P. *et al.* 2016. Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health* 15, 19-31;

[28] Thongprakaisang S., Thiantanawat A., Rangkadilok N., Suriyo T., Satayavivad J. 2013. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol* 59, 129-136;

[29] Carson R. 1962. *Silent spring*. Ed. Houghton Mifflin, Boston; The Riverside Press, Cambridge, Massachusetts, USA;

## FRANCIS HALLÉ



# Hommage à Jean-Louis Richard

## Jean-Michel Gobat

*Professeur honoraire de l'Université de Neuchâtel*

**A l'occasion de l'inauguration de la Maison des sols, Jean-Michel Gobat a retracé la vie professionnelle de Jean-Louis Richard et a rappelé qu'il fut l'un des premiers phytosociologues à mettre en relation les associations végétales et les sols sur lesquels elles se développent.**

« Jean-Louis Richard n'a jamais cherché la notoriété scientifique internationale, elle est venue toute seule! » Cette phrase de Philippe Küpfer – que je cite de mémoire –, prononcée lors des obsèques de Jean-Louis en 2008, résume à merveille qui était Jean-Louis Richard: un scientifique de haut niveau, dont la compétence en phytosociologie n'eut d'égale que sa modestie proverbiale.

Si sa notoriété internationale est « venue », c'est qu'elle n'existait pas au départ, aurait dit M. de La Palisse! Jean-Louis a en effet débuté sa carrière comme ingénieur forestier d'arrondissement de la région de Bevaix – La Béroche – Gorges de l'Areuse. Il en reste des témoins sous forme de petits carrés de comptage des arbres ou de plans de chemins forestiers dans ses carnets de terrain, que l'Université de Neuchâtel conserve précieusement. A ce sujet, il est piquant d'observer que la première note de Jean-Louis, sur la première page de son premier carnet, datant du 12 avril 1950, dit: « Bureau, préparation phytosociologie ». On sent déjà le terrain poindre sous les tâches administratives! Ces carnets de terrain sont par ailleurs une mine d'or pour

comprendre l'évolution de la végétation de la Suisse et de la France voisine à l'échelle du demi-siècle. Imaginez qu'ils sont au nombre de 69

### La Maison des sols

*Cette installation permanente a été créée par le Jardin botanique en collaboration avec le laboratoire d'écologie fonctionnelle de l'Université de Neuchâtel. Elle présente l'importance des sols pour le développement de la vie, ainsi que le rôle essentiel des organismes dans le maintien de la fertilité des terres.*

(Repris de l'affiche présentant la Maison des sols)

et qu'ils contiennent 5257 relevés de végétation, échelonnés du 29 mai 1950 au 26 juin 2005.

Dans son activité de forestier d'arrondissement, Jean-Louis eut la chance de tomber dans la marmite d'une sylviculture neuchâteloise respectueuse de la nature et de la multifonctionnalité de la forêt, grâce aux travaux pionniers, à l'échelle mondiale, d'Henri Biolley et de Jâmes Péter-Contesse. Il suffisait alors d'un petit coup de pouce pour qu'il s'intéressât de plus près encore aux aspects floristiques,

pédologiques et écologiques des forêts dont il avait la responsabilité de la gestion.

La rencontre avec le maître de lycée bâlois Max Moor, à la fin des années 1940, fut déterminante. Max Moor, un des chefs de file de la phytosociologie suisse et européenne, avait choisi le Creux du Van comme l'un de ses terrains de prospection, en plus de ses habituels Jura bâlois et soleurois. Ces deux passionnés de végétation ne pouvaient que se rencontrer, certes à la ferme Robert autour d'un café, mais... plus probablement encore dans les éboulis à épicéas nains! On en est convaincu par cette note du 3 juin 1951 dans son carnet: « Phytosociologie, avec Max Moor, Noiraigue, de 5h45 à 20h ».

Malgré ces horaires de forçat, Jean-Louis n'a depuis plus quitté la phytosociologie! Il en fit sa thèse de doctorat sur les forêts acidophiles du Jura, parue en 1961. Cette étude est exemplaire de la vision que Jean-Louis avait de la végétation, acquise au contact de Max Moor. Pour lui, aucune compréhension de l'écosystème, aucune description d'une association végétale ne peut se passer d'une étude approfondie de l'environnement de la plante, au premier rang duquel se trouve le sol. Alors qu'à cette époque – et même dans les décennies suivantes – la majorité des publications de phytosociologie définissait des groupements végétaux sans se préoccuper vraiment du sol, Jean-Louis creusait, décrivait, analysait des profils et publiait les plus représentatifs, notamment dans sa thèse. En 1959, il a même fait venir au

Creux du Van Philippe Duchaufour, un des « papes » de la pédologie mondiale du XX<sup>e</sup> siècle, pour lui montrer le sol des épicéas nains... ce qui a valu à celui-ci d'être le seul représentant suisse figurant dans l'Atlas écologique des sols du monde!

Je vous donne un autre exemple de sa vision de l'étude de la végétation, également tiré de ses carnets de terrain. Lors d'un travail de cartographie, il devait délimiter trois sous-associations de la hêtraie-sapinière. Il note à ce sujet: « C'est la composition du sous-sol qui décide plus que la composition floristique! » Certains phytosociologues, pour qui seule la liste floristique comptait, se seraient presque reniés à oser écrire des choses pareilles... mais pas Jean-Louis!

Cette vision intégrée et « obligatoire » de la relation entre la végétation



Jean-Louis Richard

et le sol, Jean-Louis l'a transmise à ses étudiants lors d'excursions inoubliables, où il avait toujours sa pelle américaine à portée de mains... Mais c'est vrai que je la lui empruntais de plus en plus souvent au fur et à mesure de mon assistanat... jusqu'à devoir m'en acheter une!

Je vous livre une petite anecdote à ce sujet.

En excursion d'enseignement avec Jean-Louis au Crêt-de-la-Neige, nous avons commencé l'étude des très rares pinèdes à sphaignes et lycopodes sur éboulis. Comme d'habitude, Jean-Louis et Jean-Daniel Gallandat, alors maître-assistant de phytosociologie, effectuaient le relevé de végétation avec les étudiants, pendant que je cherchais un endroit adéquat pour creuser le profil de sol correspondant. Je parcours la station de long en large et je trouve un lieu qui me paraît propice. Je commence à creuser et, après trois ou quatre coups de pelle, j'entends un bruit métallique dans le sol. Je continue de creuser... et je tombe sur une vieille pelle américaine au manche bien altéré, couvert de mycélium. Je l'annonce à Jean-Louis, qui me dit : « Bravo, Jean-Michel, tu as retrouvé la pelle que j'avais oubliée dans un profil au Crêt-de-la-Neige! ». Au cœur d'une station de plusieurs ares, j'avais creusé le trou au point exact où Jean-Louis avait fait le sien presque 40 ans plus tôt... et les sphaignes avaient totalement cicatrisé l'endroit! Cette pelle au manche « qui a vécu » est désormais pieusement conservée à l'Université!

Si la forêt fut de toutes ses préoc-

cupations jusqu'à la fin des années 1960, Jean-Louis ne s'y limita pas par la suite. Également montagnard aguerri, il fut peu à peu gagné, lorsqu'il gravissait les sommets, par la flore et la végétation alpines, jusqu'à en devenir un des meilleurs connaisseurs suisses. Il s'y forma par lui-même, mais aussi lors de plusieurs sorties d'Institut avec son collègue Claude Favarger, autre éminent spécialiste de ces milieux. Jean-Louis avait un grand respect pour Claude Favarger... mais il n'hésitait pas à utiliser, en privé, son surnom universellement connu, comme en témoigne une autre note dans ses carnets: « 28 mai: Bureau, téléphone de Pétales! ».

Dès les années 1970, la végétation alpine fut ainsi sa passion absolue, en particulier dans les vallées des Dranses, des Morteys, d'Anniviers ou



Jean-Louis Richard en excursion

de Zermatt. Comme il était homme de terrain avant tout, il concentrait son enseignement théorique sur le semestre d'hiver et ses fameuses excursions au printemps et au début de l'été... puis il disparaissait jusqu'à la rentrée universitaire, qui était alors à fin octobre. Des disparitions annuelles toutes relatives, puisqu'il consacrait la majeure partie de ces mois d'été et du début d'automne à la découverte de la végétation alpine, d'où il tira justement les publications qui firent la grande part de sa renommée internationale.

- Phytosociologie, terrain: 127 jours;
- Projets 1<sup>er</sup> arrondissement: 42 jours;
- Reconstitution forestière 3<sup>ème</sup> arrondissement: 16 jours;
- Répartition, ventes: 79 jours;
- Service militaire: 26 jours;
- Vacances: 19 jours;
- Divers: 56 jours.

Heureuse époque où un professeur d'université n'avait pas à consacrer plus de la moitié de son temps aux tâches administratives... Heureuse époque aussi pour un ingénieur forestier d'arrondissement! A ce sujet, je suis tombé, toujours dans les carnets de Jean-Louis, sur la récapitulation de ses jours de travail pour l'année 1951:

Je pense qu'il n'existe plus beaucoup d'ingénieurs forestiers d'arrondissement qui peuvent effectuer des relevés de végétation et des recherches de base dans leurs forêts pour près de 40% de leur temps de travail! Mais c'est grâce à ces 40% qu'il a patiemment levé la carte phytosociologique des forêts du canton de Neuchâtel, toujours utilisée. Elle

constitue un point de référence irremplaçable pour suivre l'évolution de la végétation forestière cantonale... à condition d'en refaire une dans les années à venir: le laps de temps écoulé est idéal à cet égard.

Toutefois, à côté de ces activités professionnelles, ce que j'aime retenir de Jean-Louis, c'est d'abord son côté foncièrement humain, modeste, chaleureux, à l'écoute des autres. En entrant dans son bureau, comme jeune étudiant un peu impressionné, vous étiez tout de suite à l'aise. Il vous faisait confiance immédiatement, vous fournissant les clés essentielles de la recherche scientifique, mais sans jamais vouloir imposer quoi que ce soit. Cette autonomie n'était bien sûr pas facile à gérer au début d'un travail de diplôme ou d'une thèse, mais elle avait le mérite de laisser à chacun une grande liberté d'action, de choix des méthodes, de calendrier de travail. Il n'était pas nécessaire avec lui d'avoir déjà publié deux articles dans *Nature* avant de commencer!

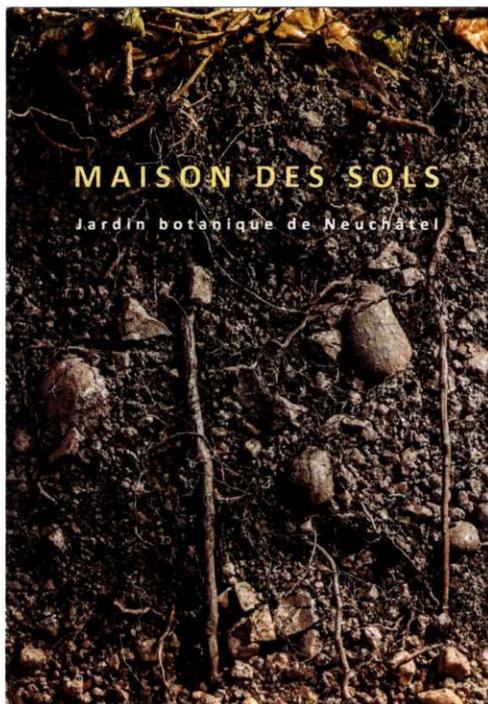
Ce luxe de disposer de temps pour nos recherches, pour ceux qui ont passé dans son laboratoire, était certes aussi celui d'autres équipes, dans cette époque-là. On savait que ce temps n'était pas destiné à être perdu, mais à fructifier. Car il ne faut pas croire que Jean-Louis se moquait des publications et autres transmissions de la science. Il nous y incitait par son exemple, par sa démarche. L'observation de la nature était la base de tout, mais le terrain devait nous conduire à des interprétations rigoureuses et à transmettre nos découvertes. Il ne nous dictait rien, mais on « sentait », à travers son

attitude, que c'était là une tâche fondamentale du scientifique. A nouveau, une posture modeste... mais combien efficace pour qui le côtoyait régulièrement!

Un peu moins sérieusement, c'est aussi en l'accompagnant lors de ses sorties dans les Alpes ou les Préalpes que je compris peu à peu pourquoi Jean-Louis prenait toujours avec lui son fameux et large parapluie rouge familial, même en cas de ciel bleu garanti pour la journée: c'était certes, parfois tout de même, pour s'abriter de la pluie ou de la neige. Mais c'était surtout pour nous pointer les plantes dans le tapis végétal et, plus souvent encore, pour s'en servir comme piolet pour aller chercher une petite androsace ou une minuscule saxifrage pincées dans une fente de rocher quasi inaccessible. Je me souviens de ses

escalades téméraires sur les rochers des Dents de Brenlaire ou de Folliéran, dans le vallon des Morteys, où, grâce à son parapluie, il s'aventurait dans des endroits où les plus montagnards des étudiants n'osaient pas le suivre...

Ce bref survol de la carrière de Jean-Louis ne saurait oublier une personne essentielle, son épouse Lily, une autre passionnée de fleurs, qui lui fut un soutien constant. C'est que ce ne fut pas toujours facile pour elle – Jean-Louis lui-même me le disait! – de gérer seule quatre garçons avec un papa si souvent exilé dans sa forêt ou ses pelouses... Mais ils se retrouvaient tous pour des vacances inoubliables dans les Alpes ou dans leur cabanon de l'Ardèche. Car la saison des olives dans le Midi était presque aussi sacrée que celle de *Carex atrofusca* dans le vallon de Réchy!



# Une médiatrice culturelle au Jardin botanique, Léa Wobmann

**Fabienne Montandon**

*ADAJE, rédaction de l'Ermite herbu*

Bonjour à vous toutes et tous, dans les lignes qui suivent, je vous présente la nouvelle médiatrice culturelle du Jardin botanique Léa Wobmann, qui est entrée en fonction le premier janvier 2018.

Léa Wobmann succède à Mme Olivia Rusconi. Nous nous sommes retrouvées à la gare de Neuchâtel autour d'un café... car, pour cause de neige plus ou moins précoce sur notre région, j'étais venue en train.

Elle m'a donc raconté son parcours: elle a grandi à La Chaux-de-Fonds où elle a suivi sa scolarité jusqu'au lycée et obtenu sa maturité fédérale.

Ensuite elle a poursuivi ses études à l'Université de Lausanne en géosciences et environnement jusqu'au *bachelor*; puis, elle a continué sa formation à l'Université de Genève en sciences de l'environnement, qui traitent des sujets tels que climatologie, gestion de l'eau, biodiversité, énergie... ou, en bref, l'impact de l'homme sur l'environnement, sujet d'actualité cet été!

Elle a terminé ses études en 2014 et, par la suite, elle a approfondi ses connaissances au fil de divers stages et expériences: à la maison de la rivière, dans un centre Nature à Tolochenaz, comme animatrice dans une ferme pédagogique à Granges-Marnand et à l'association « J'aime ma planète ».

Puis elle travaille au Jardin botanique à 20%, avant d'être engagée à 45% par l'atelier des musées comme médiatrice culturelle.

Pour étoffer cet emploi de médiatrice culturelle, Léa Wobmann a plusieurs projets en tête. Elle souhaite animer le Jardin botanique en préparant des ateliers « biodiversité » pour sensibiliser les enfants de l'école primaire en élargissant, par la suite, l'offre aux classes de l'école secondaire.



Léa Wobmann lors d'une animation au Jardin botanique

Elle a mis en place des ateliers et des visites guidées en lien avec l'exposition sur les forêts tropicales.

D'autre part, relié avec l'exposition sur l'art Kuru, elle a préparé un atelier de linogravure qui aura lieu au mois de septembre; à l'avenir, elle souhaite organiser d'autres ateliers liés aux expositions du Jardin botanique.

La nouvelle médiatrice culturelle animera des ateliers fixes en « utilisant » le Jardin botanique comme outil et qui ont pour thèmes les plantes carnivores, les abeilles, le jardin potager, les étangs, la forêt.

Elle s'occupera aussi des ateliers réservés aux adultes et liés aux plantes comestibles et jardin des senteurs, ainsi que des visites guidées du Jardin botanique ; elle reste ouverte à d'autres demandes au gré des suggestions des visiteurs.

Le travail de la nouvelle animatrice consistera aussi à proposer des ateliers et visites guidées reprenant les thèmes des expositions du Jardin botanique.

Au fil du temps elle désire orienter ces ateliers vers la sensibilisation du public à l'environnement et aux problèmes qui y sont liés.

D'autre part, elle participe également à l'organisation des alternatives qui se tiendra le dimanche 22 septembre 2019 au Jardin botanique. En lien avec l'exposition coup de poing sur les forêts tropicales, cette journée présente certaines associations et initiatives locales qui œuvrent pour des modes de vie plus durables.

Nous souhaitons la bienvenue à Léa Wobmann au jardin botanique et nous espérons qu'elle aura beaucoup de plaisir à travailler dans ce nouvel emploi.



Camomille inodore (*Camomilla senza odore*), excursion de la vieille Thielle, 17 août 2019; photo: Paul-Etienne Montandon

## Les Pléiades, sortie botanique, samedi 13 juillet 2019

**Marylaure de La Harpe**

*floraneuch*



C'est de bon matin que le groupe de botanistes amateurs et chevronnés s'est retrouvé, au complet à la tourbière des Tenasses vers les Pléiades dans le canton de Vaud. L'organisatrice Maiann Suhner a tout d'abord fourni une explication complète sur les bases de la formation de la tourbe, l'histoire de l'exploitation des tourbières en Suisse et les milieux principaux que l'on y trouve ainsi que la grande valeur en biodiversité d'un tel milieu. C'est depuis les pontons que les deux petits groupes formés ont pu découvrir les espèces des différentes prairies humides. C'est tout d'abord une mégaphorbiaie marécageuse (*Filipendulion*) qui s'est offerte à nos yeux,

avec une dominante de reine des prés (*Filipendula ulmaria*), de cirse des marais (*Cirsium palustre*) et de valériane officinale (*Valeriana officinalis*). De cette magnifique mégaphorbiaie, se détachaient également des espèces-types de la prairie à populage (*Calthion*) avec le scirpe des forêts (*Scirpus sylvaticus*), le populage (*Caltha palustris*) déjà en fruits, la renouée bistorte (*Polygonum bistorta*), la renouée étalée (*Ranunculus acontifolius*) et le jonc épars (*Juncus effusus*). En bordure direct de la tourbière nous avons aussi trouvé quelques espèces d'une prairie à molinie bleue (*Molinia caerulea*) semblant cicatriser l'exploitation de la



En bordure de la tourbière des Tenasses: une magnifique mégaphorbiaie;  
Photo: Marylaure de la Harpe



On arrive dans la tourbière par des pontons aménagés. Quel sourire radieux vient de se faire surprendre par la caméra! Photo: Marylaure de La Harpe

tourbe le siècle passé, notamment la pimprenelle officinale (*Sanguisorba officinalis*) et la gentiane à feuilles d'asclépiade (*Gentiana asclepiadea*).

Après une petite pause de midi bien

méritée, le groupe s'est finalement mis en route pour le centre de la tourbière à sphaignes (*Sphagnion magellanici*), grâce à l'aménagement des pontons qui y conduit. C'est un monde à part qui



Le centre du haut-marais est tapissé des sphaignes avec les pins à crochet (*Pinus mugo subsp uncinata*), les sarracénies (*Sarracenia purpurea*) et les touffes de trichofore gazonnant (*Trichoforum cespitosum*); photo: Marylaure de La Harpe

s'est offert devant nous, la tourbière et ses allures nordiques aux teintes rouge orangé. Elle est composée d'une grande population de sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea*), des feuilles du trèfle d'eau (*Menyanthes trifolia*, *Menyanthaceae*), le tout teintée du bleuté discret de la laiche des bourniers (*Carex limosa*) que l'on a retrouvé en bordure des gouilles. En nous penchant un peu plus pour admirer les sphaignes depuis les pontons, nous avons pu observer les "highlights" du jour: le rossolis à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*),

puis l'andromède à feuille de romarin (*Andromeda polifolia*), la canneberge (*Vaccinium oxycoccos*) et la laiche de Davall (*Carex davalliana*) notamment. Le comaret des marais (*Potentilla palustris*) était aussi au rendez-vous un peu plus tard avec sa houppe pourpre.

Bravo à Maiann pour l'organisation excellente de cette belle journée, et un grand merci aux participants pour la motivation et l'enthousiasme démontré durant toute la journée. Bravo à ceux qui venaient de particulièrement loin et qui se sont levés aux aurores pour participer à cette sortie!



En haut à gauche: pimprenelle officinale (*Sanguisorba officinalis*), Haute-Engadine;

En haut à droite: trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata*), Marais Rouge;

Ci-contre: cirse des marais (*Cirsium palustre*), Marais des Pontins;



Photos: Paul-Etienne Montandon

## Valgrisenche et chalet de l'Épée, sortie botanique, samedi-dimanche 20 et 21 juillet 2019

**François Freléchoux**

ADAJE

Nous étions une petite équipe annoncée au départ de la sortie pour le Val d'Aoste. Tout était réuni pour une belle réussite: « adjous » enthousiastes et en pleine forme, beau temps, floraison à son apogée.

Situées aux portes du parc du Grand Paradis, les montagnes se trouvent en domaine siliceux: le gneiss est la roche dominante de l'endroit. La montée nous mena d'Usellières (1778 m) au chalet de l'Épée, situé à 2370 m d'altitude.

Sitôt après avoir fait les premiers pas sur le sentier, en scrutant l'horizon formé de très nombreuses cimes, nous apercevons deux aigles royaux survolant les crêtes rocheuses. Le week-end débutait sous les meilleurs auspices.

Sur le gradient altitudinal qui nous mena au chalet, puis au-dessus, les milieux sont très nombreux et les espèces tout autant. Par conséquent, il est impossible d'être exhaustif. Voici quelques-uns des milieux traversés et quelques-unes des espèces caractéristiques observées.

La montée débute par la traversée de la forêt de mélèze. Les plus vieux arbres sont multiséculaires. Nous voyons plusieurs fructifications d'un polypore utilisé autrefois dans la pharmacopée traditionnelle: *Larici-*

*fomes officinalis*.

Dans les couloirs humides, c'est le domaine de l'aulnaie verte et de son cortège de hautes herbes, formant une végétation dense, où l'on trouve, par ex. l'adénostyle à feuilles d'alliaire (*Adenostyles alliariae*), la laitue des Alpes (*Cicerbita alpina*), l'impératoire (*Peucedanum ostruthium*) et le magnifique lys martagon (*Lilium martagon*).



Le lys martagon (*Lilium martagon*) est le roi du groupement à hautes herbes de l'étage subalpin (mégaphorbiée); photo: J.-P. Kolly

Aux confins de l'étage subalpin, les mélèzes s'espacent. C'est aussi le domaine de la lande à rhododendron (*Rhododendron ferrugineum*), accompagnée de plusieurs autres éricacées: la myrtille (*Vaccinium myrtillus*), l'airelle bleue des Alpes (*Vaccinium gaultherioides*), l'airelle rouge (*Vaccinium vitis-idaea*) et la camarine (*Empetrum hermaphroditum*). On y trouve encore la petite astrance (*Astrantia minor*) et la petite pyrole (*Pyrola minor*).

A la rupture de pente, nous arrivons dans le premier alpage. C'est le domaine de la végétation nitrophile. Le rumex (*Rumex alpinus*) occupe les reposoirs à bétail à proximité immédiate des écuries. Les prés pâturés sont issus de la pelouse à nard, mais appauvrie en espèces. On y trouve en abondance le pâturin des Alpes (*Poa alpina*) et une très jolie composée: la crépide orangée (*Crepis aurea*).

Quittant l'alpage, nous nous engageons sur le sentier, de plus en plus pentu. C'est le domaine de la pelouse alpine à nard raide (*Nardus stricta*). On y trouve l'arnica (*Arnica montana*), la campanule barbue (*Campanula barbata*) et la potentille dorée (*Potentilla aurea*). Parmi les orchidées, l'orchis vanillé (*Nigritella nigra*), l'orchis grenouille (*Coeloglossum viride*) et le faux-orchis blanc (*Pseudorchis alpina*) sont des compagnes fréquentes.

Les environs du chalet sont le domaine des combes à neige. La végétation est rase et se développe tardivement. En domaine siliceux et acide, c'est le royaume du saule



La campanule barbue (*Campanula barbata*) est une caractéristique de la pelouse à nard raide; photo: J.-P. Kolly

herbacé (*Salix herbacea*). Nous y avons encore vu quelques caractéristiques comme l'althémille à cinq folioles (*Alchemilla pentaphylla*), la sibbaldie (*Sibbaldia procumbens*) et le gnaphale couché (*Gnaphalium supinum*). C'est aussi le domaine des mousses (par ex. *Polytrichum sexangulare*) ou des lichens, comme *Solorina crocea*, magnifique espèce dont le thalle est souligné d'orangé vif.

Après une bonne nuit passée à l'Epée et un petit déjeuner bien garni, nous voici repartis à l'assaut des hauteurs surplombant la cabane le dimanche matin.

A une altitude supérieure, les landes rases à azalée des Alpes (*Loiseleuria procumbens*) et les pelouses à laiche courbée (*Carex curvula*) alternent dans des milieux balayés par les vents. Le

« *Curvuletum* » est pauvre en espèces et bien caractérisé par la raiponce hémisphérique (*Phyteuma hemisphaericum*) et la pédiculaire de Kerner (*Pedicularis kernerii*).

Le marais occupe une grande dépression alluvionnaire derrière un verrou glaciaire. Nous y avons trouvé plusieurs groupements végétaux qui se rapportent principalement aux bas-marais acides. La laiche noire (*Carex nigra*) et la violette des marais (*Viola palustris*) sont les meilleures caractéristiques. Les linaigrettes sont des espèces des marais qui montrent à maturité des sortes de capitules à fruits pourvus d'aigrettes poilues, sortes de «boules d'ouate». La magnifique linaigrette de Scheuchzer (*Eriophorum scheuchzeri*) ne possède qu'un capitule dressé alors que la linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*) en possède plusieurs, pendants et longuement pédonculés.

Nous avons recherché et trouvé un groupement rare sur alluvions sableuses qui se rapporte à l'alliance du *Caricion bicolori-atrofuscae*. La laiche bicolore (*Carex bicolor*), le petit trichophore (*Trichophorum pumilum*), le jonc à trois glumes (*Juncus tri-glumis*), quelques raretés de ces milieux, furent bien présentes. A notre grande surprise, quelques espèces comme la primevère farineuse (*Primula farinosa*) et la laiche de Davall (*Carex davalliana*), espèces des bas-marais alcalins, trahissaient la présence de calcaire issu des roches vertes (serpentine) que nous avons observées ici ou là.

Plus haut encore, c'est le domaine des gros blocs de granit et des falaises abruptes. C'est aussi le lieu d'élection des saxifrages, mot qui signifie littéralement « qui cassent la roche ». La saxifrage musquée (*Saxifraga moschata*), la saxifrage fausse-mousse (*Saxifraga bryoides*), la saxifrage de Séguier (*Saxifraga seguieri*), la saxifrage à feuilles opposées (*Saxifraga oppositifolia*). C'est encore le domaine d'espèces fréquentes comme la primevère hirsute (*Primula hirsuta*) et la renoncule des glaciers (*Ranunculus glacialis*), ainsi que de la plus rare androsace alpine (*Androsace alpina*), recherchée en vain. Peut-être aurait-il fallu grimper de quelques dizaines de mètres!



Corolle tout juste épanouie de la renoncule des glaciers (*Ranunculus glacialis*) après la fonte des neiges; photo: J.-P. Kolly

Très belle surprise en fin de matinée: une famille d'hermine joua à cache-cache avec nous dans le pierrier, nous approchant parfois à quelques mètres. Insouciance d'une nouvelle génération de superbes petits mammifères devenus bien rares chez nous.

Nous sommes repassés au chalet aux heures de midi. Alors que nous avions prévu le pique-nique, les bons

effluves de polenta et de ratatouille servies à midi nous ont convaincus de prolonger notre halte à l'Epée avant le retour en plaine, puis à Neuchâtel.

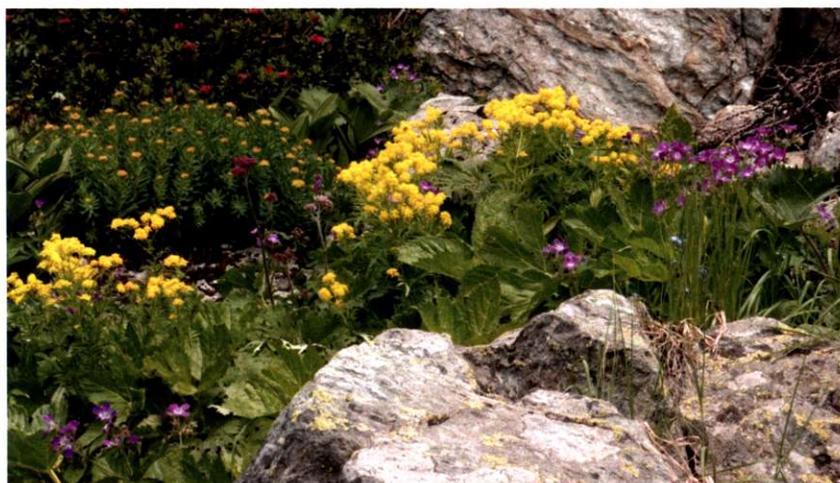
Merci à la famille Gerbelle pour son très bel accueil à l'Epée et merci aux « adajous » présents pour ces beaux moments partagés en Val d'Aoste.



Petite équipe d'« adajous » au-dessus d'un magnifique bas-marais surplombant le chalet de l'Epée, Valgrisenche; Photo: François Freléchoux



Belle surprise: le cuivré de la verge d'or (*Heodes virgaureae*) et la plante hôte est bien présente partout; photo: J.-P. Kolly



Magnifique jardin des Alpes avec la hugueninie (*Hugueninia tanacetifolia*), l'orpin rose (*Rhodiola rosea*), le rhododendron (*Rhododendron ferrugineum*) et le géranium des forêts (*Geranium sylvaticum*); photo: J.-P. Kolly.

# Variabilité génétique et sélection des plantes

**Cyrille Montandon**

*Biologiste*

**Les plantes présentent une variabilité génétique que l'être humain a su exploiter dès le Néolithique pour produire des variétés, dont beaucoup sont encore cultivées aujourd'hui. Cet article retrace brièvement les étapes de cette épopée, de la domestication à la modification des plantes par biotechnologie.**

Dans le numéro précédent de l'Ermite herbu, nous avons brièvement expliqué comment les gènes déterminent la fabrication des différentes protéines essentielles au développement et au fonctionnement d'un organisme vivant. Le rôle de l'arabette des dames (*Arabidopsis thaliana*) comme modèle de recherche en biologie végétale pour la compréhension de la fonction des gènes d'une plante et des protéines correspondantes a été discuté.

Le présent article aborde les mécanismes de différenciation des variétés de céréales, légumes et fruits cultivés.

## **Variabilité phénotypique, environnement et génétique**

Malgré leur étroite ressemblance, les individus d'une même espèce sont tous très légèrement différents d'un point de vue morphologique ou physiologique. On parle ainsi de variabilité phénotypique, le phénotype étant l'ensemble des traits d'un être vivant. Ces différences peuvent être d'origine

sur la taille et l'aspect d'une plante. Ces variations d'origine environnementale ne sont pas héréditaires, donc pas transmissibles à la descendance.

Cependant, une part de la variabilité phénotypique entre individus est d'origine génétique. En effet, les individus d'une même espèce ont de très légères différences dans leur ADN. La source de ces différences est l'apparition spontanée de modifications de l'ADN (mutations) au cours de la vie d'un individu, qui sont ensuite transmises à la descendance. Chaque individu hérite aléatoirement de la moitié de l'ADN de chacun de ses deux parents, obtenant ainsi un assortiment unique de mutations, qui résulte en une combinaison inédite de caractéristiques. Les combinaisons possibles de gènes sont infinies, ainsi deux mêmes parents n'engendreront jamais deux descendants parfaitement identiques, sauf dans le cas particulier des vrais jumeaux.

Certaines de ces mutations n'ont aucune incidence sur le développement d'un organisme, mais d'autres induisent la synthèse de protéines légère-

ment différentes ou dans des quantités variables, se traduisant par de subtiles différences physiologiques ou morphologiques. Notons que les caractéristiques visibles d'un organisme comme la taille, la forme ou la couleur sont souvent sous-tendues par plusieurs gènes différents.

### Sélection naturelle

Les individus porteurs de mutations induisant des caractéristiques utiles pour survivre aux conditions environnementales auront une descendance plus nombreuse. Ainsi, au fil des générations une population peut accumuler de petites modifications, au gré des mutations et de leur sélection par le milieu, résultant en de substantielles différences morphologiques et physiologiques par rapport à la population de départ. C'est ce mécanisme, la sélection naturelle, qui permet la formation de nouvelles espèces et qui a mené à l'incroyable diversité du monde vivant à travers les âges. Charles Darwin fut le premier à décrire ce mécanisme au milieu du 19<sup>e</sup> siècle dans son célèbre ouvrage « *Sur l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle, ou la préservation des races les meilleures dans la lutte pour la vie* »<sup>1</sup>.

Les humains ont de tous temps eu conscience des phénomènes d'hérédité, c'est-à-dire la transmission des caractères d'un individu à sa descendance. Cependant, les règles régissant la trans-

mission héréditaire d'un caractère étaient encore mal connues du temps de Darwin et ce n'est qu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle que le rôle de l'ADN en tant que support de l'hérédité fut établi.

### Domestication des plantes

Depuis les premiers temps de la domestication des plantes, les hommes n'ont eu de cesse de sélectionner de nouvelles variétés pour leur saveur, leur robustesse, leur rendement, ou leur apparence, menant à l'infinie diversité de céréales, de légumes et de fruits que l'on connaît aujourd'hui.

Ce processus de sélection est peu documenté, mais il est généralement admis que les cultivateurs gardaient les graines des meilleurs spécimens de leurs cultures pour semer la génération suivante; de petites modifications s'accumulent ainsi de génération en génération. On parle alors de sélection artificielle par analogie avec la sélection naturelle décrite par Charles Darwin. Une part de cette sélection fut également inconsciente. Par exemple, les plants, qui n'ont pas survécu aux conditions climatiques ou aux maladies spécifiques du lieu où ils sont cultivés, ne contribuent pas à la génération suivante. Le hasard eut probablement aussi sa part dans l'apparition de nouvelles variétés. Les croisements entre deux variétés différentes sont également une source importante de diversification.

A titre d'exemple, une seule espèce sauvage de la famille des brassicacées, *Brassica oleracea*, est à l'origine des différentes variétés de choux que l'on trouve sur les marchés (figure 1): chou

<sup>1</sup> Darwin Charles. 1859. On the origin of species - by means of natural selection on the preservation of favoured races in the struggle for life. Ed. Murray John, Albemarle street, London, 502 pages



Figure 1. Une seule espèce sauvage de la famille des brassicacées, *Brassica oleracea*, est à l'origine des différentes variétés de choux, par ex. de gauche à droite le chou-rave, le chou blanc, le chou-fleur et le chou rouge; photos de l'auteur

frisé, chou romanesco, chou de Bruxelles, chou-rave, chou-fleur, chou blanc, *etc.*

Le maïs que l'on cultive actuellement, avec ses gros épis garnis de grains tendres et abondants est issu d'une poacée sauvage d'Amérique centrale, la téosinte, dont les modestes épis sont constitués d'une poignée de grains à l'enveloppe extrêmement coriace.

### Amélioration des plantes

A la faveur de l'essor scientifique des siècles derniers, les mécanismes de reproduction des plantes et de leur hérédité ont été progressivement découverts, permettant une approche plus systématique de la sélection des plantes cultivables. Des croisements entre différentes variétés proches pour en obtenir de nouvelles furent testés; on tenta également d'améliorer de manière ciblée la caractéristique de certaines espèces. Par exemple, une variété de betterave contenant un taux plus élevé de saccharose fut développée avec succès au début du 19<sup>e</sup> siècle

pour l'industrie naissante du raffinage du sucre.

Dans un programme de sélection, l'expérimentateur va tenter plusieurs croisements entre différentes variétés à sa disposition. Chaque croisement va générer une progéniture présentant une combinaison de gènes et des caractéristiques uniques. Ces progénitures sont cultivées en parallèle dans des conditions similaires, afin d'éliminer au possible les variations phénotypiques dues à l'environnement. Les plantes sont ensuite évaluées pour les caractéristiques que l'on cherche à améliorer. Toutes les graines issues des meilleurs croisements sont semées pour un nouveau cycle de sélection, où cette fois-ci, seuls les meilleurs individus seront conservés. Ces cycles d'évaluation et de sélection sont répétés jusqu'à l'obtention d'une variété aux qualités satisfaisantes et homogènes.

Les stations fédérales de recherche de Changin et de Reckenholz conduisent de tels programmes de sélection de variétés cultivables utiles à l'agriculture suisse. Dans le cas du blé,

les sélectionneurs suisses ont pour critères de sélection le rendement, la qualité boulangère de la farine et la résistance à diverses maladies. Dans certains cas, les sélectionneurs tentent d'introduire dans une variété d'élite un seul trait particulièrement intéressant d'une autre variété, par ailleurs médiocre. Par croisement, on obtient une descendance aux caractéristiques intermédiaires. Plusieurs croisements successifs de cette descendance avec la variété d'élite permettent de retrouver les propriétés de celle-ci, augmentée du trait favorable de la variété médiocre. C'est ainsi que plusieurs gènes de résistance aux maladies ont pu être introduits dans le blé à partir d'espèces sauvages apparentées.

Dans les pays occidentaux, les rendements agricoles ont augmenté de manière spectaculaire lors de la deuxième moitié du 20<sup>e</sup> siècle. Ainsi, la production de blé à l'hectare a plus que doublé en Suisse et en Europe et celle du maïs a quintuplé aux USA. En France, il a été estimé qu'entre trente et soixante pourcents de l'augmentation du rendement du blé seraient dus à la sélection de nouvelles variétés. La meilleure formation des agriculteurs et l'évolution des pratiques agricoles, telles que l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires ou la mécanisation du travail ont également contribué à l'augmentation des rendements agricoles. L'amélioration génétique des variétés végétales présente l'avantage d'augmenter le rendement tout en ayant un impact très limité sur l'environnement.

## **Modification des plantes par biotechnologie**

Dans la nature, un organisme transmet ses gènes à sa descendance. Le transfert de gènes par croisement est ainsi possible entre deux variétés différentes d'une même espèce, ou parfois même entre espèces apparentées, mais au-delà, l'incompatibilité reproductive de deux espèces trop éloignées empêche tout échange de gènes.

Des techniques de laboratoire permettent d'extraire l'ADN d'un organisme, d'isoler spécifiquement en éprouvette un des gènes codés par cet ADN et éventuellement de le modifier. Ce gène peut ensuite être intégré au génome d'un autre organisme par des techniques dites de transformations, pour obtenir un organisme génétiquement modifié (OGM)(figure 2). On parle de transgénèse lorsque l'organisme d'origine du gène et celui de destination ne sont pas de la même espèce, et de cisgénèse lorsque l'espèce est identique. Il est ainsi possible de transférer un gène entre deux espèces totalement différentes, par exemple entre une limace et un bégonia, mais aussi plus simplement entre deux variétés de blé, sans passer par un croisement.

Lorsque la protéine codée par le gène transféré est exprimée, elle a les mêmes caractéristiques et peut potentiellement exercer la même fonction que dans l'organisme dont elle est issue, conférant ainsi une nouvelle propriété à l'organisme receveur.

Il est ainsi possible de modifier une plante cultivable par l'introduction

sélective d'un ou plusieurs gènes, qui lui confèrent certaines caractéristiques utiles issues d'un autre organisme ou d'une variété parente. Cela peut être par exemple une résistance aux insectes ravageurs, la production de vitamine, un rendement accru ou une meilleure résistance à la sécheresse. La plante en question devient alors un organisme génétiquement modifié dont l'usage en Europe est limité et très controversé. Ces méthodes de modifications ciblées du génome nécessitent de connaître précisément la fonction des gènes et de leur protéine correspondante. Pour les plantes, ces connaissances sont notamment issues des recherches sur la plante modèle *Arabidopsis thaliana*.

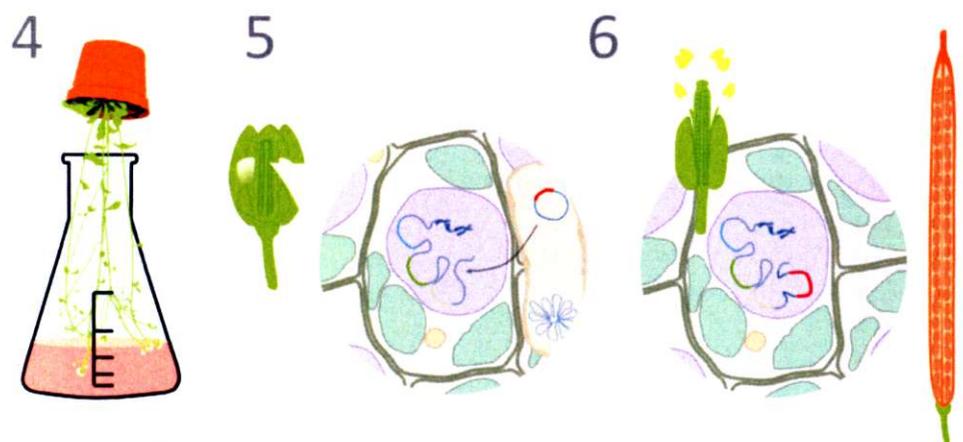
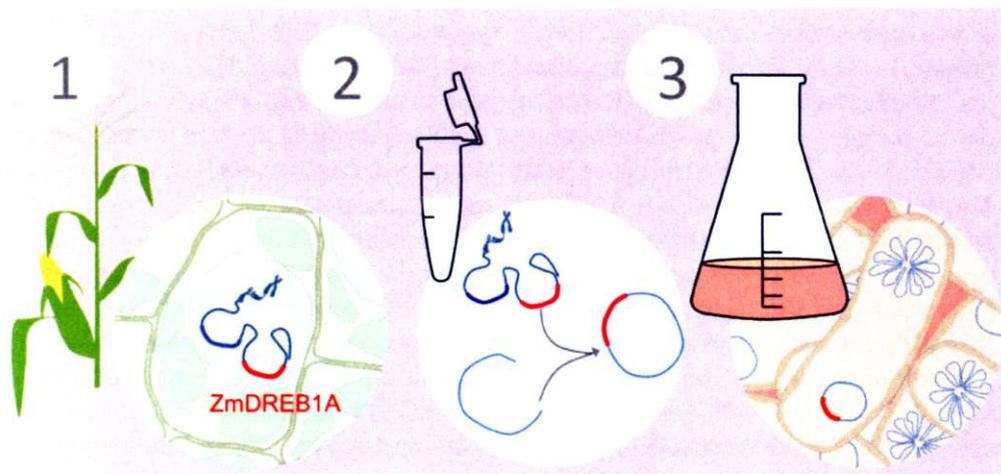
Actuellement, l'essentiel de la production de culture génétiquement modifiée est issue de deux grandes catégories d'OGM, les plantes résistantes aux herbicides et celles exprimant une toxine insecticide.

L'herbicide glyphosate bloque un enzyme (une protéine) essentielle pour la synthèse de certains composants de la plante, inhibant la croissance de celle-ci et la tuant. En transférant un gène d'origine bactérienne codant pour un enzyme insensible à l'action du glyphosate, la plante devient résistante à cet herbicide. L'agriculteur peut épandre l'herbicide sur son champ, éliminant ainsi toutes les mauvaises herbes mais laissant la culture résistante à l'herbicide intacte.

La bactérie *Bacillus thuringiensis* est un pathogène naturel de certaines catégories d'insectes. Depuis une centaine d'années, cette bactérie est utilisée comme insecticide. En Suisse,

Figure 2, ci-contre. Schéma présentant la transformation d'une arabette des dames avec un gène du maïs pour tester si un gène d'une variété de maïs confère une meilleure résistance à la sécheresse. Le gène est transféré dans une arabette, dont la résistance à la sécheresse est ensuite comparée avec une lignée non-transformée.

- 1) Le gène d'une variété de maïs, ZmDREB1A est potentiellement impliqué dans la tolérance à la sécheresse;
- 2) L'ADN du maïs est extrait, le gène ZmDREB1A est ensuite isolé et fusionné *in vitro* avec un petit segment d'ADN appelé plasmide. Le plasmide contient également un gène de résistance à un herbicide;
- 3) Le plasmide fusionné au gène d'intérêt est introduit dans une bactérie, *Agrobacterium tumefaciens*, qui est ensuite multipliée dans une solution nutritive;
- 4) L'arabette que l'on veut transformer est trempée dans la culture d'*A. tumefaciens*;
- 5) Les bactéries vont aléatoirement injecter leur plasmide à quelques-unes des cellules de l'arabette. Parmi elles, certaines seront des gamètes femelles de la plante, qui se trouvent à l'intérieur des ovules contenus dans le pistil de la fleur;
- 6) Le plasmide injecté s'intègre à l'ADN de la cellule hôte. Les gamètes femelles sont fécondés par du pollen, déclenchant le développement de l'ovule en graine;
- 7) Parmi les milliers de graines produites par la plante, seules quelques-unes ont intégré à leur ADN le plasmide, qui porte le gène ZmDREB1A et celui de résistance à l'herbicide. Pour les sélectionner, les graines sont mises à germer en présence d'herbicide;
- 8) L'arabette transgénique contenant le gène du maïs ZmDREB1A est testée pour la résistance à la sécheresse en parallèle avec une arabette sauvage, c'est-à-dire non-transformée.



des préparations à base de *Bacillus thuringensis* sont autorisées pour l'agriculture biologique dans la lutte contre les ravageurs de la vigne, de la tomate, de la pomme de terre ou des arbres fruitiers. La toxicité de la bactérie *Bacillus thuringensis* provient de la protéine « Cri » (pour *protéine cristal*), qui perturbe le système digestif de l'insecte après ingestion. Le gène pour la protéine « Cri » peut être intégré au génome d'une plante cultivable, qui va ainsi la synthétiser dans ses tissus et lui conférer une protection contre certains ravageurs. Ce principe a donné naissance aux fameux maïs et coton « Bt », qui constituent en volume une part importante des OGM cultivés de part le monde.

Malgré leur importance en termes de surface cultivée, les variétés résistantes aux herbicides et aux insectes ne sont pas les seuls OGM à avoir été développés. On peut par exemple citer des variétés de canne à sucre et de maïs résistantes à la sécheresse ou des papayes, pommes de terre, des courges résistantes à des maladies virales. Du soja contenant un certain type d'acide gras oméga-3 ou des fleurs à la couleur modifiée ont également été créés.

Les principaux pays cultivant des OGM sont les USA, le Canada, l'Argentine, le Brésil, l'Inde et la Chine. En Europe, les OGMs suscitent de nombreuses réserves, voire une franche opposition de la part d'organisations de protection de la nature, d'associations de défense des consommateurs et de scientifiques. De plus, l'opinion publique y est plutôt défavorable.

En Suisse, une initiative populaire acceptée par le peuple en 2005 a introduit un moratoire de cinq ans sur la culture d'OGM sur le territoire suisse, un moratoire encore en vigueur jusqu'en 2021 après avoir été reconduit plusieurs fois par le parlement. Néanmoins, l'importation de certains produits OGM est autorisée pour l'alimentation humaine ou animale.

Certaines des critiques à l'égard des OGM sont dirigées contre les risques sanitaires et environnementaux propres aux techniques du génie génétique, alors que d'autres se confondent avec celles adressées de manière générale contre l'industrie agroalimentaire, comme les problèmes de résistance aux pesticides/herbicides, le brevetage des semences, l'appauvrissement du choix de variétés proposées aux paysans et la dépendance aux produits phytosanitaires et engrais.

En matière environnementale, une des craintes est que les gènes étrangers des plantes OGM cultivées puissent se disséminer par croisement chez des plantes sauvages apparentées. Le risque serait que ces transgènes confèrent aux plantes sauvages des propriétés de nature à perturber l'équilibre des écosystèmes.

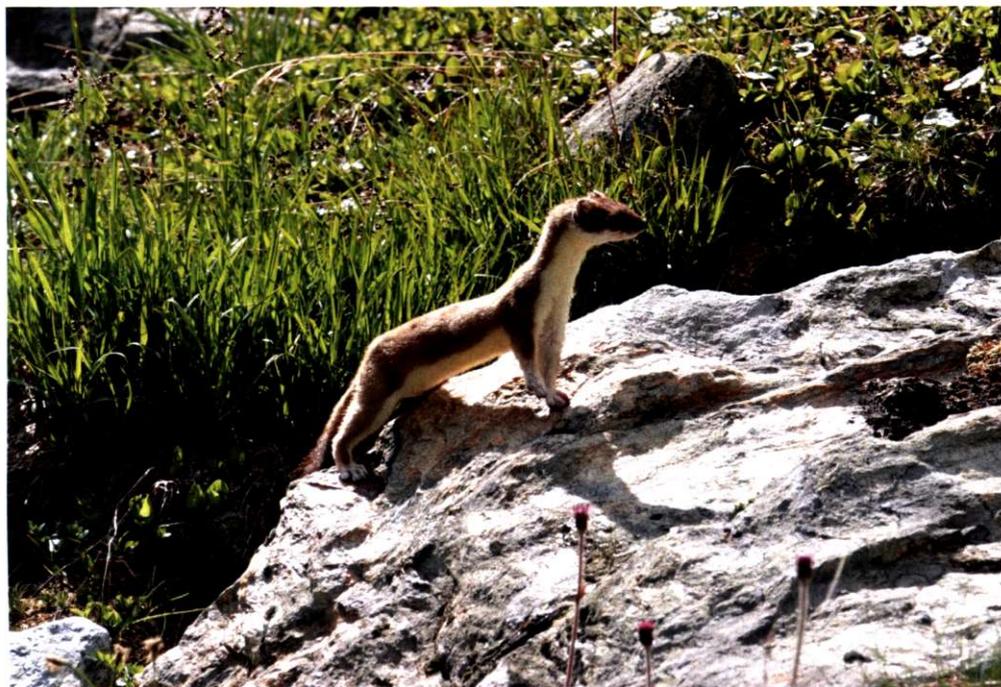
En ce qui concerne la santé humaine, il a été évoqué la possibilité que l'introduction de nouveaux gènes dans une plante puisse modifier son métabolisme et induire la production de composés toxiques ou allergènes imprévus.

Récemment, l'Académie suisse des sciences a pris position pour que les techniques de modification du génome

soient autorisées dans les cas où une modification génétique identique pourrait être obtenue par des moyens traditionnels. En clair, cela permettrait de transférer par génie génétique dans le blé un gène de résistance à une maladie à partir d'une espèce apparentée, puisque le même résultat pourrait être obtenu par croisement et sélection traditionnelle. L'usage du génie génétique aurait pour avantage de raccourcir la durée des programmes de sélection, notamment pour les espèces végétales à long temps de génération, comme par exemple les arbres fruitiers.

### Bibliographie

- [1] Académies suisses des sciences. 2016. Nouvelles techniques de sélection végétale pour l'agriculture suisse – gros potentiel, avenir ouvert. *Swiss Academies factsheets* 11 (4);
- [2] Fossati D., Brabant C. 2003. La sélection du blé en Suisse - le programme des stations fédérales. *Revue suisse Agric.* 35 (4): 169-180;
- [3] Rao V. S. 2014. Transgenic Herbicide Resistance in Plants, CRC Press, 199-200;
- [4] <http://www.umt.edu/ethics/debating%20science%20program/odc/Biotechnology/Alternatives/Bt%20Cotton1/default.php>



Quelle chance nous a été donnée d'observer une famille d'hermine dans un pierrier aux confins de l'étage alpin! Voir l'article sur la sortie à Valgrisenche; photo J.-P. Kolly

# Un indice, aussi petit soit-il, est toujours un indice

**Eric Grossenbacher**

*La Neuveville*

**Ce lecteur de l'Ermite herbu a observé des plantes qui se développent à des altitudes inhabituelles. Est-ce un indice du changement climatique?**

Plusieurs observations montrent que notre climat continental (saisons bien marquées) s'oriente inexorablement vers un climat méditerranéen (douceur de l'hiver d'une part, chaleur et sécheresse estivales, d'autre part).

L'orage, qui s'est abattu dans la région du Val-de-Ruz dans la nuit du vendredi 21 au samedi 22 juin derniers et qui a duré trois bonnes heures, a vu les eaux monter d'un mètre à Villiers et à Dombresson; il nous rappelle comme deux gouttes d'eau – c'est une litote – les orages du Midi de la France.

Dans la région sinistrée du Val-de-Ruz, il y eut comme un effet boomerang: une forte évaporation d'eau sous l'effet de la chaleur suivie d'une rencontre d'air froid en altitude a provoqué des chutes torrentielles d'eau (100 litres au m<sup>2</sup>). Le Seyon n'arrivant plus à évacuer une telle quantité d'eau en si peu de temps sortit de son lit.

Changement climatique... Et quoi de plus fin que l'observation de la flore pour s'en convaincre? Ainsi quelques plantes du littoral du lac de Biemme nous offrent des indications qui ne manquent pas de nous étonner.

La toute première est le géranium sanguin (*Geranium sanguineum*), caractéristique des garides, fleur facile

*« Pour bien comprendre les plantes, il faudrait vivre comme elles, les pieds dans la terre »...*

Claude Favarger

à reconnaître dans les endroits les plus chauds juste au-dessus des vignes, dans les rocailles, reconnaissable à ses grandes fleurs solitaires d'un pourpre lumineux (figure 1). Cette géraniacée se propage naturellement par explosion et enfouissement de la graine et, parfois, le vent s'allie à cette dispersion. Ah, ce coquin de vent, pas le « vent sauvage de novembre », mais celui de juillet, voire d'août ne peut être que l'agent propagateur de la graine. Ou par l'homme?

Autre plante, la centranthe rouge (*Centranthus ruber*), espèce méditerranéenne campant à foison sur les murs et rocailles du littoral nord du lac de Biemme, est arrivée à... Tramelan, 950 m d'altitude, dans une rocaille. Et personne ne l'a plantée, cette centranthe, selon Alain Droz. Elle est apparue soudainement en 2018, et s'est encore multipliée en 2019!

Autre observation, autre lieu: le 26 juin 2016, à 830 m d'altitude, dans la Côte Picard (Montagne de Moutier), la centranthe poussait au pied d'un rocher,



Figure 1. Géranium sanguin (*Geranium sanguineum*), Chasseral, 24 août 2016; Photo: Eric Grossenbacher



au bord d'un sentier forestier, en pleine forêt (figure 2). « Je vois mal une personne aller là, à pied, pour y planter cette merveille! Nous l'avons vue à nouveau l'année passée », a dit Anne-Marie Holzer. Ses akènes (fruits secs indéhiscents) à poils plumeux donnent prise au vent.

Ajoutons encore l'hépatique à trois lobes (*Hepatica nobilis*), espèce médioeuropéenne (figure 3). Elle est aussi très fréquente dans le bas de la Chaîne du Lac, remontant jusqu'à Sonceboz, selon les observations de Charles Krähenbühl (1970), célèbre botaniste imérien. Et la voici à Tramelan, elle aussi! Dans l'herbe, en bordure de rue, bien en fleur le 12 avril 2019. Cette plante se propage grâce aux fourmis. Ce ne sont pas les fourmis qui l'on amenée à Tramelan en provenance de la Chaîne du Lac, non.

La plante est sortie d'un jardin où elle a certainement été plantée. Mais qu'elle soit en fleur au bord de la route, nous indique une accommodation due au climat. Aucune floraison n'est possible sans un climat *ad hoc*. Or, l'hépatique, elle aussi, est inféodée aux endroits relativement secs.

L'armoise absinthe (*Arthemisia absinthium*) abonde sur les coteaux ensoleillés du Valais (figure 4). Si cette



Figure 2. Centranthe rouge (*Centranthus ruber*), rocaille, Tramelan; Photo: Alain Droz, 15 juin 2018

espèce des lieux incultes campe sur les pentes xérothermiques de l'étagé collinéen (rocailles, talus), seules quelques rares observations ont été signalées sur les coteaux du vignoble du lac de Biene. Mais de là à trouver cette

Chasseral! A l'570 m d'altitude...  
Introduite par l'homme?

Les plantes se comportent comme les éclaireurs des armées d'antan qui étaient en campagne. Le gros de la troupe ne vient qu'après une prospection du territoire à envahir. En botanique, le « gros de la troupe », ce sont les forêts. Et ces groupements végétaux ne peuvent se maintenir qu'en harmonie avec le climat.

Quatre espèces remarquables, dans un rôle de plantes pionnières, nous indiquent fort modestement une expansion de la flore en altitude et en latitude. Une hirondelle ne fait pas le printemps, soit, quatre plantes ne font pas le climat, d'accord, mais un indice, aussi petit soit-il, est toujours un indice.



Figure 3. Hépatique à trois lobes (*Hepatica nobilis*). Fréquente dans la Chaîne du Lac, accompagnée des feuilles de l'année précédente. Les nouvelles feuilles apparaîtront plus tard dans l'année.

Photo: Eric Grossenbacher

### Note de la rédaction

Récemment, une étude d'envergure réalisée en France a mis en évidence une redistribution des communautés végétales entre 2009 et 2017. Ce réarrangement apparaît associé au changement climatique. En effet, l'étude a révélé que les espèces plutôt thermophiles s'établissent dans de nouveaux territoires ou présentent une tendance à augmenter en nombre par rapport aux espèces adaptées au froid.

La référence de cette étude est: Martin G. *et al.* 2019. Short-term climate-induced changes in french plant communities. *Biology letters* 15 (7), article no. 201902280; <https://doi.org/10.1098/rsbl.2019.0280>



Figure 4. Armoise absinthe (*Artemisia absinthium*) Chasseral; photo: P.-A. Kuenzi, 30 juillet 2019

# Clin d'œil photographique

## Le taon

**Georges Haldimann**

*Photographe amateur*

Le taon est une mouche aux grands yeux composés. Ces insectes diptères appartiennent à la famille des Tabanidae. Les femelles s'alimentent normalement en suçant le sang des grands mammifères qu'elles piquent

avec leur stylet. Quand aux mâles, ils se contentent de nectar pour se nourrir! les larves se développent dans les sols humides ou dans l'eau. On dénombre environ 165 espèces de taons en Europe.



Le taon avec une vue frontale de la tête et des pièces buccales



# Clin d'oeil de l'Ermite

## La campanule en thyrsa

**Francis Grandchamp**

*Photographe amateur*

La campanule en thyrsa (*Campanula thyrsoïdes*) est une plante bisannuelle de 10 à 50 cm hérissée de poils blanchâtres qui appartient au genre *Campanula*. La tige est simple, dressée, épaisse, creuse et compressible. Les nombreuses feuilles oblongues-lancéolées sont imbriquées. Les fleurs sessiles, jaune pâle, qui

l'aiselle des feuilles supérieures, forment un gros épis terminal très compact. La floraison a lieu en juillet-août. La campanule en thyrsa pousse dans les pâturages rocailleux, de préférence calcaires, à une altitude de 1500 à 2600 m. On la trouve dans le Jura et dans les Alpes, de La Provence jusqu'en Croatie.



Campanule en thyrsa (*Campanula thyrsoïdes*)

## Annonce du Jardin botanique

**Conférence de Blaise Mulhauser au Club 44 à La Chaux-de-Fonds, le 17 octobre à 20h15**

*La symbiologie, une nouvelle approche du vivant  
Ou comment les microbes de « notre » corps relativisent la  
conception du « moi »*

Si la biologie est l'étude de la vie, la symbiologie peut être définie comme étant la discipline qui étudie les relations obligatoires strictes entre des organismes de deux espèces différentes au minimum, qui dépendent l'une de l'autre pour leur survie. Or, on sait désormais que tous les êtres pluricellulaires entretiennent des relations symbiotiques avec des êtres unicellulaires tels que les bactéries, voire des protozoaires, des champignons ou des algues. L'interrelation mutualiste semble même être l'un des moteurs de l'évolution. Lors de la conférence, de nombreux exemples permettront à l'auditoire de se persuader de cette généralisation du concept d'être symbiotique, avant de se plonger plus en avant dans la symbiologie humaine. En décrivant l'histoire de la vie sous l'angle d'un développement de plus en plus foisonnant de symbioses, la théorie de l'évolution doit être revue. Cette nouvelle approche du vivant aboutit à de surprenantes hypothèses qui changent fondamentalement notre manière de penser, jusqu'à ébranler notre conviction sur la nature-même de la conscience, qu'elle soit humaine ou multi-organique.

Le lien entre les abeilles et les plantes à fleurs est de type symbiotique.

Sur l'image, un bourdon-coucou, attiré par le nectar d'une ipomée, reçoit des grains de pollen par effet électrostatique.

Photo: Blaise Mulhauser, JBN2017



# Fête d'automne 2019

Dimanche 6 octobre, 11h - 17h



**Jardin botanique de Neuchâtel**

Touchez au cœur de la biodiversité

**jbn**

Jardin botanique  
neuchâtel

Avec le soutien de

