

La Murithienne

BULLETIN DE

SOCIÉTÉ FONDÉE EN 1861

LA MURITHIENNE
SOCIÉTÉ VALAISANNE
DES SCIENCES NATURELLES

BULLETIN N° 136
ISSN 0374 - 6402



CASE POSTALE 2251
1950 SION 2 NORD

COMPTE DE CHÈQUES POSTAUX
LA MURITHIENNE SION
19 - 623 - 5

MEMBRES D'HONNEUR

EGIDIO ANCHISI	Place du Clocher 8, 1937 Orsières
† MARCEL BURRI	Route du Châtel 56, 1880 Bex
MICHEL DESFAYES	La Sarvaz, 1913 Saillon
JEAN - CLAUDE PRAZ	Route des Chiles 6, 1913 Saillon
CHARLY REY	Route d'Antzère 2, 1964 Châteauneuf-Conthey
PIERRE - DANIEL ROH	Rue Sous l'Eglise 40, 1971 Grimisuat
MARC WEIDMANN	Sentier du Molard 3, 1805 Jongny
CHRISTIAN WERLEN	Route des Bioleys 131, 1996 Les Bioleys/Brignon

COMITÉ

Présidente	RÉGINE BERNARD, Chemin du Bosquet 6, 1967 Bramois
Vice-président & trésorier	PIERRE KUNZ, Chemin de la Menuiserie 31, 1293 Bellevue
Secrétaire & rédactrice du Bull.	JACQUELINE DÉTRAZ - MÉROZ, Route de la Biolette 8, 1996 Basse - Nendaz
Membres	SARAH SCHNEIDER - LATHION, Route de Pradelaman 21, 1971 Grimisuat SYLVIE NICLOUD, Avenue des Huttins 3, 1008 Prilly GRÉGORY HOUILLOU, Rue du Stade 8, 1974 Arbaz YANNICK CHITTARO, Rue des Prés du Torrent 47, 1964 Conthey EMILIE DESSIMOZ - RATHEY, Rue Lombarde 22, 1975 St-Séverin

COLLABORATEURS ET MEMBRES INVITÉS AUX SÉANCES DU COMITÉ

Secrétariat	CHANTAL RAUSIS, 1964 Conthey
Site Internet	NICOLE ERARD, Rue de l'Ancienne Eglise 6, 1974 Arbaz
Adresses	La Murithienne, case postale 2251, 1950 Sion 2 Nord www.lamurithienne.ch lamurithienne@admin.vs.ch Chalet Mariétan www.lamurithienne.ch/chalet-marietan
Secrétariat	Rue des Châteaux 14, 1950 Sion Téléphone 027 606 47 32 Fax 027 606 47 34 lamurithienne@admin.vs.ch
Vente de Bulletins	Médiathèque Valais, Rue de Lausanne 45, 1950 Sion Téléphone 027 606 45 50 mv.sion@mediatheque.ch

TABLE DES MATIÈRES DU BULLETIN 136

RÉGINE BERNARD Editorial	5
JEAN - CLAUDE PRAZ, NICOLE REYNAUD SAVIOZ, PHILIPPE CURDY & URS LEUZINGER Des occupations préhistoriques à la grotte du Poteu (Saillon, VS)? Un siècle de questionnement	7
NICOLE REYNAUD SAVIOZ, MICHEL BLANT & RÉMY WENGER Découvertes paléontologiques au Gouffre de Giétroz Devant dans le vallon de Susanfe (Commune d'Évionnaz, Valais)	21
SOPHIE COTTING, SYLVAIN URSENBACHER, RAPHAËL ARLETTAZ, JÉRÔME PELLET, PAUL MARCHESI & FLAVIO ZANINI Sauvegarde des populations de sonneurs à ventre jaune (<i>Bombina variegata</i>) du Valais: analyse génétique comparative de différentes populations	31
CHARLY REY & SABINE REY - CARRON <i>Cardamine matthioli</i> Moretti: systématique et chorologie - sauvegarde d'une espèce rare récemment découverte en Valais et déjà menacée	43
CATHERINE LAMBELET I & JACQUELINE DÉTRAZ - MÉROZ Des graines valaisannes en banque de semences: bilan de 20 ans de récolte en Valais	83
PARTIE ADMINISTRATIVE	
Rapport d'activité 2018	127
Fondation et chronique du chalet Mariétan	130
Conférences de La Murithienne 2018	132
Excursions de La Murithienne 2018	
Icogne (distillerie) et bisse de Clavau	134
Giétro	138
Iles Brissago Tessin	144
Gorge du Dailley	146
Camps Jeunesse - Nature 2018	148
Groupe Botanique	151
Groupe Entomologie	154
Hommages	156
Comptes 2016	168
Changements au fichier des membres	171

SOUTIEN FINANCIER



Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais (SFCEP)



Conseil de la Culture de l'Etat du Valais, Sion

Fondation Dr Ignace Mariétan, Sion



Délégation valaisanne de la Loterie romande, Sion



Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

Académie des sciences naturelles
sc | nat, Berne

GRAPHISME, RÉALISATION ET COUVERTURE

THOMAS MASOTTI, Martigny

Illustration couverture: *Geranium bohemicum* L. Photo de Catherine Lambelet (voir page 102)

RÉDACTRICE EN CHEF

JACQUELINE DÉTRAZ - MÉROZ

LE BULLETIN SUR INTERNET

doc.rero.ch (rechercher « La Murithienne »)

ISSN 0374 - 6402

Achévé d'imprimer

sur les presses GESSLER SA, Sion, novembre 2019

couché mat Primaset extra-blanc FSC 115 gm²

Tirage à 800 exemplaires

© 2019, La Murithienne, Sion – Bulletin 136 • 2018

ÉDITORIAL

S'ASSOCIER POUR SE RENFORCER

L'année 2018 commémorait la débâcle du Giétro. Elle était placée sous le signe du « Risque » avec plusieurs événements en lien avec cette thématique.

La Murithienne a soutenu en janvier la tenue du colloque « Val d'Arolla », organisé par l'UNIL sous l'égide du Prof. Stuart Lane, et avec l'aide précieuse de Chrystelle Gabbud. Cette journée a rassemblé pas moins de 100 personnes. Belle démonstration des retombées positives qu'apporte une mise en commun des connaissances au travers d'un sujet d'actualité traité par des scientifiques.

La fête de la nature, qui s'appuie sur différentes organisations avec l'impulsion du Service des cours d'eau, des forêts et du paysage, s'est installée pour une journée dans la zone de Finges. Nécessité donc d'intégrer le bilinguisme dans les ateliers et les exposés. Un public nombreux, très intéressé, a répondu au rendez-vous de cette journée.

Le principal événement qui a marqué l'année 2018 a donc été la commémoration de la débâcle du Giétro. 200 ans déjà ! Membre du comité d'organisation, La Murithienne a été très heureuse de contribuer à la mise sur pied du colloque « Giétro 1818 sous la loupe des sciences » qui s'est déroulé durant deux jours au Châble. Différentes entités (UNIL, Services cantonaux du Valais, Société d'histoire du Valais Romand, Société académique, commune de Bagnes, Musée de Bagnes, CREPA) se sont unies pour que cette commémoration soit une célébration placée sous le signe des sciences, toutes disciplines confondues. La journée officielle de la commune de Bagnes a rendu un bel hommage à cet événement du Giétro qui a marqué l'histoire de la vallée et son paysage. Cette catastrophe a aussi été le point de départ de la gestion des risques naturels. La nécessité d'améliorer les connaissances scientifiques pour mieux connaître les phénomènes, les maîtriser ou du moins les gérer est devenu une évidence. Pour clore cette mise en mémoire, La Murithienne a proposé au public de se déplacer sur le terrain pour venir observer les traces de la débâcle ou les imaginer avec l'aide des spécialistes. Les navettes gratuites mises à disposition par la commune ont véhiculé plus de 250 personnes.

Trois exemples d'organisations réussies qui attirent le public et réunissent les scientifiques, qui favorisent rapprochement et échanges. Mais celles-ci ne pourraient avoir lieu si les sociétés ou les institutions restaient isolées. S'associer pour mettre en commun des idées, mutualiser les efforts, créer un réseau

sont essentiels. Donner son temps pour organiser des événements prend une autre dimension dans le faire ensemble. Les échanges s'enrichissent, le travail est motivé par un enthousiasme communicatif et se répartit selon les envies et les disponibilités. On s'inspire de l'autre, on puise son énergie dans la passion que distillent les personnes, on découvre une autre manière de transmettre les connaissances en associant l'art par exemple. On se sent appartenir à un groupe qui donne du sens à son engagement, le stimule au travers de liens humains qui se tissent et qui renforce la conviction que l'on gagne à s'unir. Et quand la réussite est au rendez-vous, la satisfaction en est d'autant plus grande.

Dans une société où la réussite individuelle prime, où les tâches sont de plus en plus fragmentées, et la connaissance de plus en plus pointue, préservons ces mises en commun et cette entraide. À l'image des sciences qui gagnent à être abordées sous des angles différents mais complémentaires et qui s'ouvrent inévitablement sur un public plus large en touchant un plus grand nombre de centres d'intérêts, l'organisation d'évènement, d'activités de rencontres, n'en est que plus stimulée si l'on est plusieurs. Ne perdons pas de vue ces objectifs communs. Qu'ils nous unissent et nous réunissent encore longtemps. Plusieurs articles de ce Bulletin font échos à un travail collectif. Ils étaient d'autant mieux la réflexion que je souhaitais livrer. Découvrez-les sans modération!

RÉGINE BERNARD,
Présidente

DES OCCUPATIONS PRÉHISTORIQUES À LA GROTTTE DU POTEU (SAILLON, VS) ? UN SIÈCLE DE QUESTIONNEMENT

JEAN-CLAUDE PRAZ¹, NICOLE REYNAUD SAVIOZ², PHILIPPE CURDY²
& URS LEUZINGER³

Bull. Murithienne 136/2018: 7-20

À la suite des travaux du Chanoine Jules Gross en 1923, la grotte du Poteu a fait l'objet de plusieurs sondages archéologiques dans le courant du 20^e siècle. L'incertitude laissée par ces investigations quant à une occupation antique et régulière du site a convaincu les auteurs de reprendre les recherches en 2018. Ouverts à l'intérieur des limites des fouilles précédentes, deux sondages ont livré des ossements de faune domestique et sauvage, des tessons de céramique et une pointe de flèche en cristal de roche. La faible quantité de mobilier mis au jour dévoile des occupations épisodiques au cours du Néolithique moyen, de l'âge du Bronze/Premier âge du Fer et de l'époque romaine. En outre, deux dates ¹⁴C obtenues sur des charbons de bois provenant de foyers à l'entrée de la grotte indiquent une fréquentation aux 7^e/8^e siècles (haut Moyen Âge).

Prähistorische Nutzung der Grotte du Poteu (Saillon, VS)? Eine offene Frage während fast 100 Jahren! Nach den ersten Untersuchungen in der Grotte du Poteu durch Chorherr Jules Gross im Jahr 1923, folgten im 20. Jahrhundert mehrere weitere archäologische Sondierungen. Diese Suchgrabungen liessen viele Fragen offen bezüglich einer regelmässigen Nutzung der Höhle in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Deshalb wurden von den Autoren im Frühjahr 2018 erneut Nachforschungen durchgeführt. Im Bereich zweier früherer Suchschnitte wurden zwei kleine Sondierungen angelegt. Diese lieferten verlagertes Fundmaterial wie Tierknochen von Haus- und Wildtieren, Keramikscherben sowie eine Pfeilspitze aus Bergkristall. Die spärliche Fundmenge spricht dafür, dass die Höhle von den Menschen während des Neolithikums, der Bronzezeit, der Älteren Eisenzeit sowie der Römerzeit nur äusserst sporadisch aufgesucht wurde. Zwei Radiokarbon-Datierungen an Holzkohlestücken von Feuern im Eingangsbereich der Grotte du Poteu belegen zudem eine Begehung im Frühmittelalter (7.-8. Jh. n.Chr.).

Extended English summary at the end.

Mots clés:

grotte, archéologie, sondage, néolithique, archéozoologie, historique des recherches

Schlüsselwörter:

Höhle, Archäologie, Sondierung, Neolithikum, Tierknochen, Forschungsgeschichte

Keywords:

cave, archaeology, excavation, Neolithic, archaeozoology, history of research

¹Route des Chiles 6,
CH-1913 Saillon

²ARIA SA,
Route du Rawyl 66,
CH-1950 Sion

³Amt für Archäologie Thurgau,
Schlossmühlestrasse 15,
CH-8510 Frauenfeld

INTRODUCTION

La Grotte du Poteu a fait l'objet de plusieurs recherches archéologiques¹. En avril 2018, une campagne de fouille a été effectuée dont les résultats ont été résumés dans une publication (LEUZINGER & *al.* 2019); si la plupart des informations présentées ci-dessous en proviennent, un complément y a été apporté afin de mieux situer ces recherches dans le contexte archéologique valaisan. La Grotte du Poteu est située sur la Commune de Saillon (coordonnées 1 579'605/2 113'368/604 m, feuille 1305, **Fig. 1 et 2**), à environ 200 m au-dessus de la plaine. Elle s'ouvre vers le sud-ouest, offrant une vue étendue jusqu'à Martigny. Le porche d'entrée de la grotte est bien éclairé par la lumière du jour. Sa hauteur est de 6-9 m sur une surface de près de 200 m². Le sol est plat sur une longueur d'environ 15 m et monte ensuite légèrement. Autrefois, un sentier permettait d'y accéder depuis la plaine à travers un éboulis en forte pente occupé par quelques chênes pubescents. Cet ancien accès a été détruit dans les années 1980 par l'exploitation d'une carrière. Actuellement, la grotte est accessible depuis le haut de la paroi par une échelle métallique fixée au rocher. La grotte se prolonge dans la montagne par un réseau karstique de plus de 9 km de développement, encore en phase d'exploration par des spéléologues, en particulier aujourd'hui par le Club de Spéléologie rhodanien (BORREGUERO & BALLESTEROS 2013).

HISTORIQUE DES RECHERCHES

PREMIÈRES INVESTIGATIONS

En 1905, Hans Schardt (1858-1931), professeur de géologie à l'Université de Neuchâtel puis à l'EPF-Zurich, dessine une première esquisse de la grotte. Le botaniste Helmut Gams (1893-1976), qui a séjourné dans la région

de 1913 à 1915, signale, à l'entrée, les restes d'un foyer et une couche épaisse de cendre qui aurait été exploitée autrefois pour engraisser les prés de Saillon (GAMS 1915: 132)². Il a publié une photo – inversée – de l'intérieur de la grotte dans sa monographie botanique «*Von den Follatères zur Dent de Morcles*» (GAMS 1927: 54).

Les travaux du Chanoine Jules Gross

Lorsqu'il s'établit à Ecône, le Chanoine Jules Gross (1868-1937) de la Congrégation du Grand-St-Bernard, qui s'intéresse à l'archéologie, porte son attention en octobre 1923 sur la grotte du Poteu. Il a connaissance de la description faite par Helmut Gams. L'assertion que Gams aurait emporté des objets est sans fondement, car ce dernier les aurait sans aucun doute signalés dans sa publication. MM. Eugen Tatarinoff (1868-1938)³ et Jean-Charles de Courten (1870-1934)⁴ l'accompagnent sur place et l'encouragent à y entreprendre des fouilles, qui sont réalisées entre novembre 1923 et mi-mars 1924.

Un personnage d'exception

Le Chanoine Jules Gross est au début du 20^e siècle une personnalité reconnue. Les archives de la Congrégation (AGSB 5223) conservent sa riche correspondance et en particulier plusieurs documents qui concernent la fouille archéologique menée par ses soins au Poteu. Jules Gross naît à Martigny en 1896 et étudie à St-Maurice, Sion, Brigue et Einsiedeln; il est ordonné prêtre en 1893. Il est successivement auxiliaire à l'Hospice du Grand-St-Bernard, vicaire à Vollèges de 1895 à 1897, auxiliaire à Martigny de 1897 à 1898, à Lens de 1901 à 1907, vicaire à Martigny de 1907 à 1922, vicaire à Conthey de 1922 à 1923; il enseigne également à Ecône-Riddes de 1923 à 1937.

¹ La grotte est citée comme Tanna du Poteux, Tana di Potou, Grotte du Poteu, Caverne de la Sarvaz, etc. DESFAYES (2018) propose, pour le nom Poteu «*impasse rocheuse, grotte située dans une impasse rocheuse*»; on disait aussi le Poteu pour désigner cet endroit sans nécessairement désigner la grotte.

² Michel Desfayes a retrouvé une couche de cendres à 1 m de profondeur lors des fouilles faites en 1947 tout en ne connaissant pas alors le commentaire de Gams. «*L'exploitation*» de ces cendres lui semble cependant quelque peu exagérée (Desfayes, communication orale).

³ Eugen Tatarinoff de Soleure, maître d'histoire et de philosophie à l'école cantonale, responsable des antiquités du musée de la ville (1906), conservateur cantonal (1932), membre fondateur de la Société suisse de préhistoire (1907), président en 1910, secrétaire de 1912 à 1926.

⁴ Bibliothécaire cantonal adjoint à Sion de 1921 à 1924.



Figure 1 - Le Poteu en 1924. Photo N. Walker, Sion, AGSB

Gross, personnage atypique s'il en est, possède un savoir encyclopédique; poète et écrivain, il s'intéresse aux domaines les plus divers. En témoigne la liste de ses publications: romans, drames, recueils de poésies, ouvrages d'histoire, etc., soit près de trente titres édités à Sion, Lausanne, Genève, Fribourg, Bulle, Delémont, Paris. En 1936, il reçoit, des mains du Consul général de France à Lausanne, la médaille à l'effigie du Cardinal de Richelieu au titre de «*Prix de la langue française pour 1935*» (lettre du Consul général du 16.03.1936,AGSB).

De 1918 à 1922, il participe à une association de promotion d'une langue universelle (IDO), entretenant une abondante correspondance au plan international (lettre du 26.01.1918 du général Gérard Mathieu Joseph Georges Leman de Liège). Le texte d'une conférence sur «*Les systèmes actuels de Langue internationale*» est conservé aux AGSB. Il fonde en 1904 «*La Croix d'Or*», Ligue valaisanne de l'abstinence, qu'il préside jusqu'en 1934; il est secrétaire de la Fédération catholique

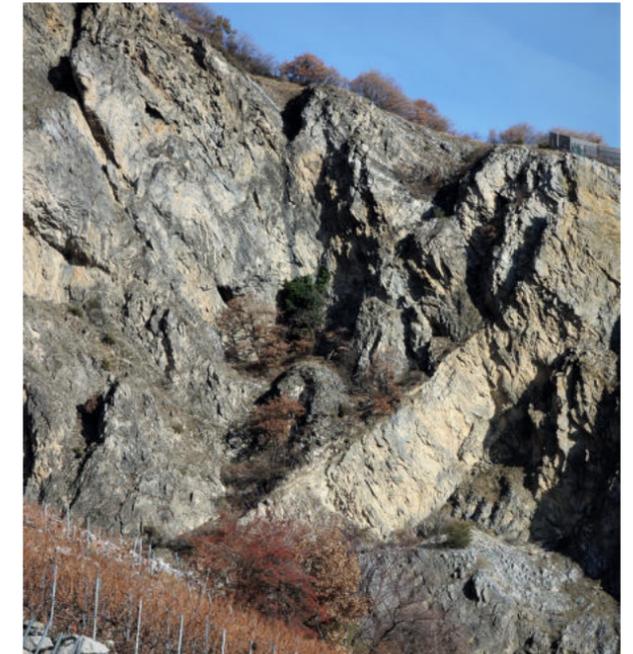


Figure 2 - Le Poteu en 2018. Photo Jean-Claude Praz

internationale d'abstinence (CRUX), fondée en 1913; il s'intéresse à la production de moût de raisin benzoaté et sans alcool (lettre du 10.06.1931 du Dr B. Zurbriggen, chimiste cantonal).

Activité plus inhabituelle, le chanoine porte un certain intérêt à la radiesthésie: trois photos datées de septembre 1934 font état de recherche de sources dans la région de Finges. Une vue de la Pierre des Brigands (Mörderstein) porte les indications: «*tombe de femme à 2 m de profondeur*» et «*verticalement, à 2 m de profondeur, de 20 à 22 objets, trésor enlevé*» (GROSS 1935, AGSB légendes notées au dos du cliché). On ne sait pas si Jules Gross a vraiment détecté cette tombe et ces objets ou s'il en avait simplement eu connaissance. Il faut ici préciser que lors des travaux archéologiques menés en 2012 dans le cadre de la construction de l'autoroute A9 à Finges, on a effectivement dégagé à cet endroit précis une sépulture du haut Moyen Âge (GENTIZON HALLER & *al.* à paraître).



Figure 3 - À l'entrée de la grotte, à gauche le Chanoine Gross poursuit ses recherches avec l'aide d'un ouvrier.
Photo Société suisse de préhistoire, *La Patrie suisse*, 1924, 815: 317.

Par l'intermédiaire de Paul Vouga de Neuchâtel, Gross consulte le professeur Alphonse Jeannet de l'Institut de géologie de l'EPF-Zurich et Charles-Emile Thiébaud de l'Institut de géologie de l'Université de Neuchâtel à propos de recherches de gisements de sel dans les mines de Chandoline, Bramois et Grône (lettre du Prof. A. Jeannet du 26.01.1934 et de Charles-Emile Thiébaud du 07.03.1935 à Paul Vouga). Le Conseiller d'État Josef Escher (1885-1954) intervient auprès du Prévôt pour qu'il autorise Jules Gross à se rendre en France rencontrer M. Treyve, qui pourrait le renseigner sur ses travaux de recherche de platine et d'autres minéraux en Valais « d'une importance capitale pour nos populations » (lettre du Conseiller d'État Escher au Prévôt Bourgeois, mars, sans date complète AGSB). Par contre, le Prévôt Bourgeois intervient en 1935 pour que Gross renonce à ses conférences sur le thème de la radiesthésie.

Les fouilles du chanoine Gross au Poteu

Les documents conservés aux archives de la Congrégation, (AGSB 5223) permettent de décrire le contexte dans lequel

ont été menées les investigations archéologiques. L'essentiel du contenu du rapport rédigé pendant les travaux, en deux versions, est publié dans le périodique *Patrie suisse* le 12.12.1924 (Fig. 3, Gross 1924). L'autorisation de fouille du 16.12.1923 a été signée par le vice-président de la Commune de Saillon, Louis Luisier. Des aides financières ont été apportées par la Société d'histoire du Valais romand, l'État du Valais (50 francs lettre du 19.12.1923 du CE Burgener), la Société suisse de préhistoire et la Société helvétique des sciences naturelles (SHSN, aujourd'hui ScNat, Académie suisse des sciences naturelles) ainsi que par un privé, pour un montant total de 360 francs (310 francs mentionnés par Gross, 1924). À titre de comparaison, en 1908, la Congrégation recevait mille francs par année pour le salaire du Chanoine Maurice Besse, professeur de sciences au collège de Sion et conservateur du Musée de la nature, poste qu'il a occupé de 1908 à 1912 (lettre du 21.08.1908 du Conseiller d'État Joseph Burgener au prévôt, AGSB).

Le 28.02.1924, Jules-Bernard Bertrand, président de la SHVR, écrit à Jules Gross: «*Puisque les recherches au Poteux s'avèrent fructueuses, qu'elles soient faites et continuées sous nos auspices et qu'une collaboration étroite s'établisse entre vous et nous. Il ne conviendrait en effet pas qu'une société étrangère au canton s'immisce dans ces travaux, à part la Société suisse de préhistoire, et encore. D'entente avec vous, nous attendons en échange quelques spécimens pour notre salle de Monthey⁵ ainsi qu'un rapport soit à nous soit à M. Tatarinoff à la prochaine séance de la société ou dans nos annales. ... D'ores et déjà, j'ai le grand plaisir de vous annoncer que Mr le Dr E. de Cocatrix, de St-Maurice tient à votre disposition 100 francs comme premier point d'appui.*

Jules Gross ouvre à l'entrée de la grotte, avec Antoine Pellouchoud (un frère de la Congrégation) et l'aide intermittente d'un ouvrier, une tranchée longue de 22 m. Dans son rapport, il mentionne la présence d'un mur qui clôturait la grotte ainsi que celle d'os épars sur le sol. Un vaste foyer est signalé à 12 m de l'entrée, à une profondeur de 2.5 m. Le

⁵ En 1920, la Société d'histoire installe ses collections et ses archives dans une salle du Château de Monthey, puis en 1938 au Château de St-Maurice. En 1939, l'occupation du Château par l'armée oblige la Société à remettre le tout aux Archives et aux Musées cantonaux. Il s'agit peut-être des objets du Poteu présents aujourd'hui dans les collections du Musée d'histoire du Valais même si l'absence d'indication dans les livres d'inventaire empêche d'en être sûr (Annales valaisannes 1966: 33-35).



Figure 4 - Jean-Jacques Pittard et Ignace Mariétan au Poteu en 1940 (AEV Sion, Fond Ignace Mariétan).

chercheur récolte un grand nombre d'éclats de roches en calcaire, interprétés comme étant des outils préhistoriques (ASSPA 16, 49 ss. Planche II; SAUTER 1950, 122), en référence aux types d'outils préhistoriques en pierre récoltés et décrits dans d'autres grottes en Suisse et ailleurs. Ces «outils» de Gross sont décrits comme provenant de roches diverses, calcaire, marbre, serpentine, quartzite, silex, quartz⁶. De nombreux os d'animaux domestiques bien conservés, certains partiellement carbonisés, accompagnaient ces «outils» ainsi que du bois non carbonisé, des coquilles de noisettes et deux tessons de céramique de la taille d'une pièce de vingt centimes (Gross 1924). M. Tatarinoff se déplace à trois reprises à Ecône et au Poteu, prend les objets chez lui à Soleure pour les inventorier, les classer et les photographier. Par la suite, la caisse sera renvoyée à la gare de Riddes (lettre du 06.04.1924).

Rapidement après la publication, la valeur scientifique des trouvailles a été mise en doute. M. Jean-Charles de Courten s'engage à faire les démarches nécessaires pour réhabiliter ses travaux auprès du Prévôt Bourgeois (lettre du 11.04.1926

⁶ Les pièces (écofacts) ont été déposées au Musée du Valais (No inv. SGP5, 15, 91, 137, soit environ 115 fragments, les pièces étant marquées SP...); à ce lot était associé un ensemble de petits galets plats et ovales, marqué MAS 851.



Figure 5 - Les fouilles archéologiques en 1940 (AEV Sion, Fond Ignace Mariétan).

à Jules Gross). Par la suite, Rodolphe Sauter et Alain Gallay vont effectivement constater que les artefacts conservés au Musée sont des éclats naturels provenant de la roche en place.

Gross va s'intéresser à nouveau à l'archéologie en 1936: il propose au Musée national, par l'intermédiaire de Paul Vouga, directeur du Musée d'histoire de Neuchâtel, un vase et d'autres trouvailles archéologiques provenant de Vollèges. Le Musée national va verser cent francs pour l'acquisition de ce vase (lettres des 15.02 et 03.03.1936). À noter que, dans sa première lettre, Paul Vouga, constate «*qu'il est malheureusement regrettable qu'on ne sache à qui s'adresser pour le musée de Valère*»

DES TRAVAUX ARCHÉOLOGIQUES POSTÉRIEURS

En 1940, Jean-Jacques Pittard, J.-L. Petit-Pierre, R. Louis et J. Della Santa de la Société de Spéléologie de Genève, ouvrent deux sondages profonds; Ignace Mariétan a visité le chantier

à cette occasion et reçu des photos (ASSPA 31, 1939, 118; MARIÉTAN 1940, 91-92; Mariétan 1960; **Fig. 4 et 5**).

En 1947, Jean-Christian Spahni fait ouvrir un sondage dans la grotte sous la supervision de Michel Desfayes de Saillon, qui se souvient qu'une longue tranchée d'une profondeur de 1 m a été creusée par un ouvrier qu'il a engagé et au fond de laquelle il a observé les cendres d'un foyer. Selon ses dires: «on travaillait de façon grossière, Jean-Christian Spahni n'a jamais été présent sur la fouille».

Au début des années 1980, l'Abbé Emil Schmid de Brigue, qui récoltait en Haut-Valais de nombreux artefacts en pierre attribués par lui à une «Steinkultur» spécifique du Valais, entend parler du Poteu par le chanoine Paul Coquoz, en séjour à Brigue. Ce dernier lui mentionne les travaux de Gross et les outils en pierre récoltés dans la grotte, semblables aux pièces de la «Steinkultur» (SCHMID 1986, 55-56). Emil Schmid, accompagné du père Andreas Arnold, se rend sur place et effectue des travaux de sondage: il observe la présence d'un foyer (en surface?), celle d'une couche de cendres et prélève des pierres et des os. Un second passage est organisé au cours duquel d'autres «outils» en pierre sont prélevés. On lui mentionne la présence d'une caisse déposée aux Musées cantonaux, qu'il va rapidement retrouver: elle contenait un lot de près de 200 pierres et de nombreux os dont une fusaiole en os (SCHMID 1986, ill. p. 55). Dans les années 2010, Patricia Meyer, qui effectue une expertise exhaustive de l'ensemble de la collection d'outils en pierre de l'Abbé Schmid – des outils caractéristiques de la «Oberwalliser Steinkultur» –, révèle que la presque totalité des pièces sont des écofacts non travaillés par l'homme. Les rares objets archéologiques de cette collection vont être déposés à l'archéologie cantonale.

Ces passages et interventions sur le site laissent une impression d'inachevé, surtout que les propos

de certains habitants de Saillon et personnes qui fréquentaient la grotte confortaient l'image d'une occupation préhistorique importante des lieux que les méthodes de fouilles appliquées dans la première moitié du 20^e siècle n'avaient pas permis d'identifier. Cette question, restée sans réponse, a conduit l'un d'entre nous à relancer la problématique et à convaincre les archéologues qui avaient travaillé en 1999 dans l'abri sous roche paléolithique à Taney, Sur-les-Creux (PRAZ & al. 2000) – non loin des grottes à ours fouillées par Jean-Christian Spahni –, d'intervenir dans la grotte du Poteu. Après une visite le 24 mars 2017, la décision est prise d'effectuer des recherches en 2018.

LE SONDAGE ARCHÉOLOGIQUE DE 2018

L'intervention archéologique a été menée du 3 au 9 avril 2018, avec l'autorisation officielle de l'Archéologie cantonale et celle de la Commune et Bourgeoisie de Saillon: le but des travaux était de valider la présence d'une occupation préhistorique et d'évaluer le potentiel archéologique du site. Deux sondages sont ouverts dans le périmètre des anciennes fouilles, sans intervenir dans les couches intactes encore en place – pour autant qu'elles existent encore. Les sédiments excavés sont systématiquement tamisés (mailles 1 et 0.5 cm). Les travaux ont été réalisés bénévolement par Caroline Leuzinger, Urs Leuzinger, Philippe Curdy, Reto Jagher et Jean-Claude Praz. Le 14 avril, les premiers résultats sont présentés au public local sur la Place des Remparts à Saillon.

RÉSULTATS

La surface de l'entrée de la Grotte du Poteu ressemble actuellement à un paysage lunaire, constellé de cratères (**Fig. 6**). Plusieurs dépressions allongées matérialisent les emplacements des fouilles de 1923/24, 1940 et 1947, plus ou moins correctement remblayées (voir biblio



Figure 6 - L'entrée de la grotte. Installation du chantier en 2018 par Urs Leuzinger. Le sol témoigne des traces laissées par les excavations précédentes. Photo Jean-Claude Praz



Figure 7 - Les deux sondages de 2018. De gauche à droite, Caroline Leuzinger, Philippe Curdy et Urs Leuzinger. Photo Jean-Claude Praz

SKETCHFAB Poteu). Un premier sondage (sondage 1) est ouvert à 6.5 m de l'entrée sur une longueur de 2.5 m et une largeur d'1 m, perpendiculairement à l'axe de la grotte. Les déblais excavés – probablement ceux de 1947 – sont composés de calcaire délité et de silt brun (**Fig. 7**). Pour des raisons de sécurité, l'excavation est interrompue à une profondeur de 1.5 m. Le sédiment situé sous la base de l'excavation des années 1923/24 n'a donc pas été atteint. Les sédiments de la fouille 1 sont systématiquement tamisés. Dans ces quelque

3.5 m³ de déblais, cinq fragments d'os et un morceau de verre (petite bouteille probablement moderne) sont récoltés (SGP 18.4). Cette pauvreté en matériel archéologique montre que les anciens fouilleurs ont vraisemblablement observé attentivement les sédiments et que, manifestement, aucun niveau riche en matériel archéologique n'a été atteint.

Un deuxième sondage est ouvert à l'entrée de la grotte. La profondeur de 1.5 m est atteinte en onze décapages. Une armature de flèche en cristal de roche est récoltée au premier décapage. Dans les niveaux supérieurs, les sédiments ne semblent visiblement pas en place. À la base du sondage, les 0.4 m inférieurs de la stratigraphie paraissent par contre intacts: le mobilier récolté comprend quelques os, un minuscule tessou de céramique préhistorique ainsi que des charbons de bois (échantillons 5 et 6). La roche en place est atteinte à la base de la stratigraphie.

Quelques morceaux de charbon de bois indiquent la présence de foyers. Cinq échantillons analysés par Werner H. Schoch (Labor für quartäre Hölzer, Langnau am Albis) concernent quatre espèces végétales qui croissent aujourd'hui encore à proximité de la grotte: sorbier (sorbier des oiseleurs *Sorbus aucuparia*, sorbier de mougeot *Sorbus mougeotii* ou alisier blanc *Sorbus aria*), érable (*Acer campestre* ou *Acer opalus*), bouleau (*Betulus* sp.), pin sylvestre ou de montagne (sur le site, vraisemblablement *Pinus sylvestris*). On ne devait pas aller bien loin pour récolter ces bois, tout comme pour le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) dont on n'a cependant pas identifié de charbon.

Deux datations ¹⁴C de charbons de bois prélevés dans le sondage 2 ont été faites au Laboratoire de physique de l'EPF-Zurich⁷. L'échantillon 4 (*Betula* sp.), provenant du décapage 8, à une profondeur de 1.2 m,

⁷ Mesures effectuées par Irkas Hadjas, EPF-Zurich. Toutes les datations ¹⁴C sont calibrées selon le programme OxCal v4.2.4.

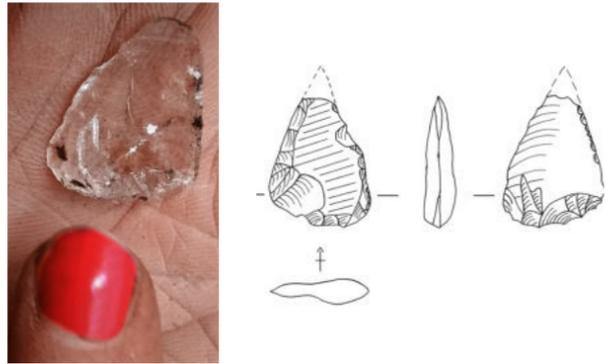


Figure 8 et 9-Armature de flèche en cristal de roche, dimensions 21 x 16.5 x 4 mm. Photo Jean-Claude Praz et dessin Caroline Leuzinger

est daté 770-891 apr. J.-C. (date calibrée à 2 sigmas)⁸. L'échantillon 5 (*Pinus sylvestris*), prélevé au décapage 11, à une profondeur de 1.47 m, est daté de 662-768 ap. J.-C. (date calibrée à 2 sigmas)⁹. Les deux dates situent ces foyers à la fin du haut Moyen Âge. Il semble donc que les couches les plus basses du sondage 2 ont aussi été remaniées et mêlées à du matériel plus récent.

MOBILIER ARCHÉOLOGIQUE

Pointe de flèche SGP18-47

L'armature en cristal de roche a été trouvée à 0.4 m de profondeur dans le décapage 1 du sondage 2 (Fig. 8 et 9). Elle mesure 21 mm de longueur, 16.5 mm de largeur et 4 mm d'épaisseur, pèse 1.32 g. Il s'agit d'un cristal translucide, sans inclusions, avec la surface du prisme encore visible en face dorsale. Le cristal ne provient pas de la région : les gisements les plus proches se trouvent à quelques kilomètres au sud-ouest dans le socle cristallin du massif du Mont Blanc (ANSERMET 2001). La partie distale de la pointe présente de fines retouches en face dorsale. La base est aménagée par retouches dorso-ventrales. L'extrémité de la pièce est en partie brisée. Cette armature date du Néolithique, comme l'attestent les nombreux projectiles comparables provenant du Valais, par exemple de Saint-Léonard (WINIGER 2009, Pl. 92a).

⁸ ETH-87537, *Betula* sp. 1192±22 BP.

⁹ ETH-87538, *Pinus sylvestris*, 1301±22 BP.

Céramique

Pendant la campagne 2018, un fragment minuscule (moins de 2 cm²) de récipient en céramique préhistorique indatable est récolté au décapage 8 du sondage 2, à une profondeur de 1.17 m. La surface externe est fortement érodée, l'argile orange-brun a été façonnée avec un dégraissant de quartz et de feldspath.

Il s'ajoute aux onze tessons de céramique déposés aux Musées cantonaux du Valais qui portent l'indication manuscrite de la provenance «grotte du Poteu»; ces derniers concernent très vraisemblablement les tessons mentionnés par Jules Gross. Très fragmentés, mais nettement mieux conservés que l'exemplaire de 2018 décrit ci-dessus, ils témoignent d'un tamisage soigné des déblais de fouille, certains ne mesurant que quelques centimètres carrés. Les éléments récoltés anciennement attestent d'occupations du Néolithique moyen, de l'âge du Bronze/Premier âge du Fer et de La Tène finale/début de l'époque romaine (LEUZINGER & al. 2019).

La faune

Les os du sondage 1

Cinq fragments d'os ont été trouvés dans les déblais tamisés du sondage 1. Quatre d'entre eux, de couleur beige-brun, proviennent de mammifères de la taille d'un renard (une vertèbre caudale) et d'un mouton (deux côtes et un os plat). Un des fragments de côte porte une série de fines traces de décarnisation, qui sont la preuve de son origine anthropique. Par contre, un fragment d'humérus d'oiseau (taille d'un merle), qui se distingue par sa couleur blanche, présente des traces de digestion, signe qu'il s'agit d'un reste de la proie d'un rapace.

Les os du sondage 2

Nonante restes de faune ont été trouvés dans le sondage 2, d'un poids total de 104.3 g. Grâce au sédiment calcaire basique, ils sont très bien conservés, quoique

très fragmentés. Représentés par 18 restes, les caprinés (mouton/chèvre) sont les plus fréquents. Certains petits fragments de dents ne peuvent être attribués avec certitude aux caprinés ou au bœuf. Le lièvre brun (*Lepus europaeus*) ou le lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), ce dernier étant présent en Suisse à partir du Moyen Âge, est signalé par un fragment de tibia. La martre des pins (*Martes martes*) est attestée par un fragment de crâne (os maxillaire). Un humérus complet a été attribué à la poule domestique; le gallinacé apparaît en Suisse à la fin du Premier âge du Fer, vers 500 av. J.-C. On note en outre la présence d'un oiseau, d'un amphibien et d'un micromammifère.

Les ossements de 1923/24

Les ossements issus des fouilles anciennes sont inventoriés au Musée d'histoire du Valais à Sion (Inv. No. 40688); il s'agit de 83 fragments et d'une fusaïole extraite d'un fémur de bœuf, analysés en 1984 par l'archéozoologue Hans Rudolf Stampfli. Ce travail d'identification a certainement été effectué en deux



Figure 10-Fragment d'os présentant des stries de découpes. Photo Urs Leuzinger

¹⁰ Lot 1 avec de longues étiquettes jaunes, inscrites à l'encre noire; lot 2 avec des étiquettes en papier blanc et inscriptions au crayon.

¹¹ Déterminations de R. Stampfli confirmées par N. Reynaud Savioz.

fois, comme le suggèrent les étiquettes¹⁰. La liste des espèces comprend le mouton et la chèvre, nettement majoritaires, le bœuf, le porc, la poule domestique, un ou des équidés (dont peut-être l'âne), le chat (domestique ou sauvage?), le lièvre brun, la fouine ou la martre, le hérisson, au moins quatre espèces d'oiseaux: le pigeon (?), la perdrix bartavelle (?), un petit corvidé (chocard, crave, choucas?) et un petit rapace (épervier, faucon crécerelle?); enfin, le renard et le chevreuil sont peut-être également présents. De nombreux os proviennent d'animaux juvéniles. De couleur beige foncé, les restes osseux de 1923/24 sont aussi bien conservés que les restes découverts en 2018, mais leur taille est nettement supérieure. Un fragment de bassin d'un bovin présente les marques d'une scie moderne.

Le spectre faunique de 1923/24 est donc plus riche que celui de 2018, plus particulièrement en ce qui concerne l'avifaune¹¹. On note que les fouilles de 2018 n'ont pas livré d'espèces supplémentaires par rapport aux interventions du début du 20^e siècle. Les deux inventaires se rejoignent sur plusieurs points: similarité de patine des ossements, prédominance des petits ruminants domestiques.

Des os rapportés par les hommes et par les animaux

Parmi les restes fauniques découverts en 2018, six présentent des stries de découpes (Fig. 10) laissées par un couteau (en silex ou en fer?); trois restes sont partiellement brûlés ou totalement calcinés, et trois os à cavité médullaire ont été fracturés sur os frais. Ces observations prouvent qu'au moins une partie des restes fauniques a été apportée dans la grotte par l'homme. De loin les plus nombreux, les ossements de caprinés témoignent en effet d'activités pastorales. La couleur blanche et de légères traces de corrosion visibles sur une ulna d'oiseau (sondage 1) et sur un fémur de micro-rongeur (sondage 2) témoignent de leur abandon vraisemblable par un rapace (ou un autre carnivore).

Par contre, faute de stries de découpe ou de traces de morsures/digestion, on ne peut savoir avec certitude si le lièvre, la martre et la poule ont été rapportés par l'homme ou un prédateur animal; cependant, la couleur de leurs ossements, similaire à celle des restes de mouton/chèvre, suggère que leur rejet dans la grotte relève d'une même origine anthropique.

Saisonnalité des occupations

La présence d'individus périnataux dans l'inventaire faunique de 1923/24, dont un os iliaque de petit ruminant, indique une utilisation de la grotte comme parc à animaux. Dans les élevages traditionnels, les agneaux naissant entre février et avril, la grotte a dû être utilisée comme bergerie au moins au printemps. On peut ici se poser la question de savoir si les épaisses «couches cendreuse» observées par Gams (voir plus haut) ne seraient pas en partie du fumier animal décomposé. Ce type de dépôt est fréquemment attesté dans les grottes-bergeries des milieux alpins et périalpins (BROCHIER & BEECHING 2008).

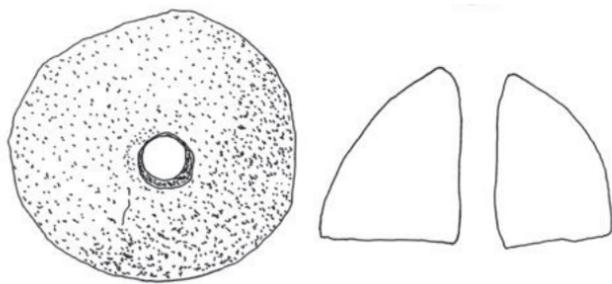


Figure 11 - Fusaiöle façonnée dans une tête de fémur de bovin. Dessin Urs Leuzinger

Fusaiöle (40684)

La fusaiöle (**Fig. 11**) est un objet discoïde, percé d'un trou central, dont le poids assure par inertie la rotation régulière du fuseau lors du filage de textile à la main. L'exemplaire récolté dans les fouilles anciennes a été

façonné dans une tête de fémur de bovin¹². Elle possède un diamètre de 4.4-4.6 mm pour un poids de 29.1 g.

Ce type de fusaiöle en os est relativement peu fréquent; les éléments de comparaison les plus anciens datent de l'âge du Bronze¹³. Des exemplaires d'époque romaine datés des 1^{er}-3^e siècles apr. J.-C. sont signalés à Brig/Glis-Gamsen (PACCOLAT & al. 2019: cat. 984-985) et à Augusta Raurica (DESCHLER-ERB 1998: 366); l'utilisation de fusaiöles en os se prolonge au Moyen Âge comme l'attestent, dans le Jura, les exemplaires du 7^e s. découverts sur le site de Courtedoux-Creugenat (BABEY 2014: 197-198), ou ceux des couches plus récentes de la vieille ville de Brême (KÜCHELMANN 2014: 49).

Os humains

Trois fragments de calotte crânienne humaine, de deux individus différents, proviennent des fouilles de Jules Gross¹⁴. Un fragment (40686-e) n'est pas calciné, les deux autres (40686-ab) le sont fortement. Ces restes proviennent vraisemblablement de deux sépultures, une inhumation et une crémation, aménagées à l'intérieur de la grotte. En l'absence de datation ¹⁴C, il n'est malheureusement pas possible de les situer dans le temps. Des sépultures préhistoriques en abris ou grottes ne sont pas rares en Valais. Dans l'abri de Châble-Croix (Collombey-Muraz), les restes de l'incinération d'un chasseur-cueilleur mésolithique sont datés du 7^e millénaire av. J.-C. – il s'agit de «la plus ancienne dépouille de Valaisan» (PIGNAT 2002: 111-113). On signale aussi des sépultures à inhumation de nouveau-nés dans l'abri de Bex-Les Mûriers (DAVID ELBIALI 1990, 2000: 400). La grotte sépulcrale «In Albon» près de Viège a livré un lot de récipients que les chercheurs ont associés à un dépôt funéraire du Bronze récent, en gros vers 1300 av. J.-C. (DAVID ELBIALI 1987).

CONCLUSIONS

La campagne de fouille des 3 au 9 avril 2018 a permis de préciser le potentiel archéologique de la Grotte du Poteu, d'étudier et de documenter les trouvailles provenant des interventions du chanoine Jules Gross dans les années 1923/24 et qui depuis bientôt un siècle n'avaient fait l'objet ni d'une description détaillée ni d'une interprétation cohérente. Les données rassemblées permettent aussi de situer chronologiquement les fréquentations de la grotte. Les buts de la recherche ont été atteints avec les deux sondages effectués, sans que des niveaux non perturbés n'aient été affectés.

La grande pauvreté des trouvailles provenant de ces sédiments plusieurs fois remaniés est à relever. Même en incluant les objets des fouilles de Jules Gross à l'inventaire de 2018, le nombre de pièces récupérées reste très faible. Le fragment de pointe de flèche en cristal de roche est le seul artefact lithique récolté; à signaler également qu'aucun témoin de taille de cristal ou de silex n'a été trouvé sur le site, au contraire de ce que l'on observe dans de nombreux habitats préhistoriques en grotte connus à ce jour¹⁵. Les tessons de céramique témoignent d'une occupation sporadique depuis le Néolithique jusqu'au moins au début de notre ère. Il est probable que l'un ou l'autre fragment de récipient puisse être mis en relation avec un dépôt funéraire, avec l'une ou l'autre des deux sépultures attestées par les restes osseux. La datation de ces deux fragments de crânes s'avère donc indispensable. Les quelques charbons de bois indiquent que l'on a occasionnellement allumé des feux sous le porche.

Les deux dates ¹⁴C obtenues en 2018 se situent au haut Moyen Âge (7^e-8^e siècles de notre ère). Localisées à des profondeurs différentes, elles sont concordantes entre elles, ce qui irait dans le sens d'un fort remaniement

des couches près de l'entrée, en lien probable avec des aménagements relativement conséquents. On doit ici rappeler la présence du «mur» que le chanoine Jules Gross mentionne dans sa chronique; selon le fouilleur, cet ouvrage avait de plus de 3 m de hauteur; il barrait totalement l'entrée et on y accédait par un petit escalier. Aucun élément de cette construction massive n'est aujourd'hui observé en surface et les sondages ouverts en 2018 n'ont pas touché de structure de ce type. Il n'était par ailleurs plus visible en 1947 (information de Michel Desfayes) car probablement totalement démantelé. Sa fonction reste énigmatique. Il pourrait s'agir de la clôture d'une bergerie: pour le parcage de petits ruminants, un ouvrage de 3 m de hauteur s'avère totalement surdimensionné. Reste le fait d'être en présence d'une fortification; on signale effectivement la présence de plusieurs *Höhlenburgen* en Valais, soit des ouvrages défensifs aménagés dans certains cas par les communautés locales pour protéger leurs biens en cas d'agression (HÖGL 1986: 169). Les deux ouvrages connus les plus proches se situent à Chamoson au pied de La Routia, dans la face ouest du Haut de Cry (HÖGL 1986: 34-36). Dans la mesure où le «mur» observé par Jules Gross est bien une réalité, on pencherait pour une interprétation de ce type.

Il reste enfin la question de savoir pourquoi cette grotte, qui offre de si bonnes conditions pour un habitat, n'a pas été utilisée plus fréquemment: terrain plat, hauteur de paroi agréable, belle vue sur la plaine, orientation vers le sud-ouest, source d'eau à proximité... On sait que Saillon et ses environs ont été occupés au moins dès le Néolithique et plus particulièrement dès l'âge du Bronze, comme l'attestent de nombreuses sépultures, parfois riches en mobilier (DAVID ELBIALI 2000: 482-483). Les plus anciennes connues à ce jour sont les trois tombes néolithiques de type Chamblandes (5^e-4^e millénaires av. J.-C.) découvertes en 2003 *Sous les Bercles*, lors

¹² À ce propos, SAUTER (1950: 123) signale une autre fusaiöle en terre trouvée en 1901 à Saillon, près de la tour, conservée au Musée de Sion (objet non retrouvé).

¹³ Site de Monkodonja en Croatie, MAJEL 2008.

¹⁴ Détermination Jocelyne Desideri (anthropologue au Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie, Université de Genève).

¹⁵ Cette densité d'habitats en grotte est tributaire des faciès géologiques (Jura, Préalpes et Alpes calcaires) et de l'intensité des recherches; pour le Paléolithique et le Mésolithique, on renvoie en particulier à l'ouvrage SPMI 1993, p.18, 140, 166, 208 ss.

de travaux d'édilité (Vallesia LIX, 2004: 392-393). Des habitats préhistoriques ont dû certainement exister en bordure de la plaine ou à l'emplacement du bourg actuel. La distance entre Saillon et la Grotte du Poteu est inférieure à 1 km, la dénivellation de seulement 150 m, soit moins de quinze minutes à pied des zones d'habitat potentiel. Il se pourrait que, selon les modèles théoriques d'occupation actuellement proposés, le site se trouve dans une position géographique peu appropriée à l'intérieur du territoire traditionnel des communautés agropastorales préhistoriques (CROTTI & al. 1983, NICOD 2008, GALLAY 2011: 97ss., SEGARD 2008). La grotte-bergerie, trop proche du hameau préhistorique, ne pourrait ici remplir la fonction de site-étape sur le parcours en direction des pâturages d'altitude. Autre question: pourquoi la grotte du Poteu n'a pas non plus été occupée par les communautés de chasseurs-cueilleurs de l'Épipaléolithique et du Mésolithique, dont les témoins sont très fréquents dans ce genre d'abri? Y aurait-il des abris sous blocs ou en pied de paroi plus accessibles encore dans les environs? On doit reconnaître qu'à l'heure actuelle en Valais, les occupations préhistoriques en grotte, en abri sous blocs ou en pied de paroi sont rares et mal connues en plaine: on en recense quatre pour l'ensemble de la vallée: Villeneuve/grotte du Châtelard, Vionnaz/abri de Châble-Croix, Bex/abri des Mûriers et plus en amont Salgesch/Mörderstein¹⁶. Par contre, les prospections menées en moyenne et haute montagne ont révélé plusieurs haltes de chasse et abris temporaires sous bloc, au pied de paroi surplombante ou même en plein air: Zermatt/Alp Hermettji, Simplon/Rotelsee, Vallée de Binn/Blatt, Evolène/Barme Bertol et Quartse-les-Jouttes, Bagnes/Patiéfray et cabane Chanrion etc.¹⁷. En bref, à toutes époques le site du Poteu n'a été fréquenté que de façon sporadique; la grotte, qui a paru aux yeux des «archéologues» du début du 20^e siècle si favorable à la présence de l'homme préhistorique, n'aurait présenté en réalité que peu d'intérêt pour les populations de la région.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements les plus vifs vont à la Commune et la Bourgeoise de Saillon, en particulier Charles-Henri Thurru, président, Amélie Roduit-Thurru, conseillère communale et la Commission Patrimoine de Saillon pour leur soutien structurel et financier; nous pensons en particulier à Gérard Raymond, pour l'organisation de l'accueil et de la présentation publique du 14 avril 2018. Notre gratitude à Caroline Brunetti, archéologue cantonale, pour son appui indéfectible en nous autorisant à mener ces recherches. Nous remercions pour leur appui technique et scientifique le bureau de recherches archéologiques ARIA à Sion, le Service d'archéologie du canton de Thurgovie à Frauenfeld et l'Institut d'archéologie de l'Université de Bâle (IPNA). Nos remerciements à la Fondation Dr Ignace Mariétan (Sion) et à l'Association Archéotalpa (Bâle) pour leur soutien financier; au chanoine Jean-Pierre Voutaz pour la consultation des archives du Grand-St-Bernard, à Michel Desfayes et Marc Weidmann pour leur lecture attentive du manuscrit et leurs remarques et compléments utiles, Jessica Litman pour le résumé en anglais.

EXTENDED SUMMARY

Prehistoric occupation of Poteu Cave (Saillon, VS)? A century of questions

Following the work of Canon Jules Gross in 1923, multiple archaeological excavations were carried out in Poteu Cave over the course of the 20th century. These surveys, however, left a certain degree of uncertainty regarding the ancient and continuous occupation of this site, leading the authors to resume investigation in 2018. Two sondages, both carried out within the limits of previous excavations, recovered bones from wild and domestic animals, ceramic sherds and a rock crystal arrowhead. The limited furnishings unearthed at the site reveal episodic occupation during the course of the middle Neolithic, the Bronze Age/early Iron Age and the Roman era. Furthermore, two dates derived from ¹⁴C dating of charcoal originating from fireplaces found near the cave entrance demonstrate occupation during the 7th/8th century (early Middle Ages).

BIBLIOGRAPHIE

- ANSERMET, S. 2001. *Mines et minéraux du Valais. I. Le Mont Chemin*. Pillet, St-Maurice.
- BABEY, U. 2014. Le petit mobilier domestique. In: C. Deslex (Ed.) Courtedoux-Creugenat. Un hameau du haut Moyen Âge en Ajoie. *Cahier d'archéologie jurassienne* 33: 193-204. Porrentruy.
- BAUDAIS, D., PH. CURDY, M. DAVID-ELBIALI & O. MAY 1987. Prospection archéologique du Valais: une approche du peuplement préhistorique. *Archéologie suisse*, 10.1987.1:2-12.
- BORRIGUERO, M. & D. BALLESTEROS 2013. La grotte du Poteu (VS)-antécédents géologiques et spéléogénèse. *Stalactite* 63/1:25-33.
- BROCHIER, J.-L. & A. BEECHING 2008. Les grottes bergeries dans le système pastoral. In: Jospin, J.-P. et T. Favrie (dir.), *Premiers bergers des Alpes*. Musée dauphinois. Grenoble: 69-74.
- CROTTI, P., PH. CURDY, M. DAVID ELBIALI, K. FARJON, G. PIGNAT, J. STUDER & E. WERMUS 1983. Le territoire des sites du Néolithique moyen valaisan (Suisse). *Bull. Et. Préh. Alpines*, vol. XV: 55-80.
- CROTTI, P., G. PIGNAT & A.-M. RACHOUD-SCHNEIDER (dir.) 2002. *Premiers hommes dans les Alpes de 50 000 à 5 000 avant Jésus-Christ*. Éditions Payot/Musées cantonaux du Valais. Lausanne/Sion.
- CURDY, PH., C. LEUZINGER-PICCAND & U. LEUZINGER 2003. Zermatt Alp Hermettji et les cols secondaires du Valais. In: Besse, M., L.-I. Stahl Gretschi & Ph. Curdy, ConstellaSion. Hommage à Alain Gallay, *Cahiers d'archéologie romande* 95: 78-88.
- CURDY, PH., J. BULLINGER, P. CROTTI, V. VALSECCHI & W. TINNER 2010. Recherches archéologiques dans les régions du Simplon et de l'Albrun (Valais et Piémont), du Mésolithique à l'époque romaine. In: Tzortzis, S. & X. Delestre (Ed.) *Archéologie de la montagne européenne*. Errance: 185-195.
- CURDY, PH. & C. TARAMARCAZ 2019. Shlenandes et Sovereu: des ruines dans la montagne. Observations

archéologiques dans le haut val de Bagnes. *Cahiers de Vallesia* 31: 297-313.

- DAVID ELBIALI, M. 1987. Occupations en grotte à l'âge du Bronze récent/final en Haut-Valais (Grotte In Albon). *ASSPA* 70: 65-76.
- DAVID ELBIALI, M. 1990. L'âge du Bronze en Valais et dans le Chablais vaudois: un état de la recherche. *ASSPA* 73: 19-59.
- DAVID ELBIALI, M. 2000. La Suisse occidentale au II^e millénaire av. J.-C.: chronologie, culture, intégration européenne. *Cahiers d'archéologie romande* 80. Lausanne.
- DESCHLER-ERB, S. 1998. Römische Beinartefakte aus Augusta Raurica. Rohmaterial, Technologie, Typologie und Chronologie. *Forschungen in Augst* 27/1. Augst.
- DESFAYES, M. 2018. *Les lieux-dits de Saillon et proches de Saillon*. Document inédit.
- GALLAY, A. 2011. *Autour du petit-Chasseur. L'archéologie aux sources du Rhône (1941-2011)*. Musée d'histoire du Valais/Errance.
- GAMS, H. 1915. La Grand Gouille de la Sarvaz et les environs. *Bull. Murith.* 39: 125-186, 345-346.
- GAMS, H. 1927. Von den Follatères zur Dent de Morcles. Vegetationsmonographie aus dem Wallis. *Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme* 15. Wasserburg am Bodensee.
- GENTIZON HALLER, A. & al. à paraître. Mörderstein, histoire d'un abri sous blocs en Haut-Valais (de la Préhistoire à l'époque moderne). *Cahiers d'archéologie romande*.
- GROSS, J. 1924. La caverne du Poteu (Saillon). *La Patrie suisse* 815: 315-317
- GROSS, J. 1935. La radiesthésie et l'histoire (ou la préhistoire). *Annales valaisannes*, 10/4: 425-428.
- HÖGL, L. 1986. *Burgen im Felsen. Untersuchungen an den mittelalterlichen Höhlen-, Grotten- und Balmburgen der Schweiz*. Walter Verlag Olten/Freiburg im Breisgau.
- KÜCHELMANN, H. CHR. 2014. Frühneuzeitliche Tierknochen aus dem Bremer Stadtgraben. Grabung 253-Altstadt 2011 am Wall. *Bericht für die Landesarchäologie Bremen*. Bremen.

¹⁶ Villeneuve/grotte du Châtelard (CROTTI & al. 2002: 141-144); Vionnaz/abri de Châble-Croix (CROTTI & al. 2002: 165); Bex/abri des Mûriers (DAVID-ELBIALI 1990); Salgesch-Mörderstein (GENTIZON HALLER & al. à paraître).

¹⁷ Zermatt/Alp Hermettji (CURDY & al. 2003), Simplon/Rotelsee et Binn/Blatt (CURDY & al. 2010), Evolène/Barme Bertol et Quartse-les-Jouttes (BAUDAIS & al. 1987, DAVID-ELBIALI 1990: 22), Bagnes/Patiéfray et cabane Chanrion, etc. (CURDY & TARAMARCAZ 2019).

- LEUZINGER, C., C. BECK, PH. CURDY & *al.* 2019. Grotte du Poteux in der Gemeinde Saillon (Wallis, Schweiz)-archäologische Untersuchungen 2018. *ASSPA* 102: 123-131.
- MARIÉTAN, I. 1940. Notes sur Fully-Saillon: tombes de l'âge du Bronze, tombes romaines, grotte du Poteux, village de Randonnaz, sources de la Sarvaz, etc. *Bulletin de la Murithienne* 57: 90-105.
- MARIÉTAN, I. 1960. Notes de sciences naturelles sur l'excursion Fully-Saillon, 8 mai 1960. *Bulletin de la Murithienne* 77: 65-69
- MAUEL, S. 2008. Zur Mehrdeutigkeit der gelochten Femur- und Humeruscapiti des bronzzeitlichen Monkodonja. Einige technische Überlegungen bezüglich der Erwägung ihrer Funktion als Spinnwirtel. *Archaeological Textiles Newsletter (ATN)* 46: 22-28.
- NICOD, P.-Y. 2008. Les premières sociétés agropastorales dans les Alpes occidentales. In: Jospin, J.-P. & T. Favrie (dir.) *Premiers bergers des Alpes*, Musée dauphinois. Grenoble: 69-74.
- PACCOLAT, O., PH. CURDY, E. DESCHLER-ERB, M.-A. HALDIMANN & L. TORI (Ed.) 2019. Gamsen III. Le mobilier archéologique, *Cahiers d'archéologie romande, Lausanne*.
- PIGNAT, G. 2002. Die ältesten Totenkulte. In: Crotti, P. & *al.* (Hrsg.), *Die ersten Menschen im Alpenraum. Von 50 000 bis 5000 vor Christus*. NZZ/Kantonsmuseen Wallis. Zürich/Sitten: 109-113.
- PAZ, J.-CL, PH. CURDY, U. LEUZINGER, C. LEUZINGER-PICCAND & M. SCHWEIZER 2000. Paléolithique alpin à Tanay (commune de Vouvry). *ASSPA* 83: 25-35.
- SAUTER, M.-R. 1950. Préhistoire du Valais. Des origines aux temps mérovingiens. *Vallesia* 5. Sion.
- SCHMID, E. 1986. *Steinkultur im Wallis*. Rotten-Verlag. Brig
- SEGARD, M. 2008. Le pastoralisme dans les Alpes occidentales à l'époque romaine. In: Jospin, J.-P. & T. Favrie (dir.) *Premiers bergers des Alpes*, Musée dauphinois. Grenoble: 121-124.
- SKETCHFAB Poteu: /s://sketchfab.com/models/470d23aa765446caad6cdb35234dd025
- SPMI 1993. *La Suisse de la Préhistoire à l'aube du Moyen Âge. I: Paléolithique et Mésolithique*. Société suisse de Préhistoire et d'archéologie. Bâle.
- WINIGER, A. 2009. Le mobilier du Néolithique moyen de Saint-Léonard sur le Grand-pré (Valais, Suisse). *Cahiers d'archéologie romande* 113. Lausanne.

DÉCOUVERTES PALÉONTOLOGIQUES AU GOUFFRE DE GIÉTROZ DEVANT DANS LE VALLON DE SUSANFE (COMMUNE D'ÉVIONNAZ, VALAIS)

NICOLE REYNAUD SAVIOZ¹, MICHEL BLANT² & RÉMY WENGER³

Bull. Murithienne 136/2018: 21-30

Découvert en 2017, le Gouffre de Giétroz Devant, dans le vallon de Susanfe (2178 m alt), a livré des ossements animaux remarquablement conservés, issus surtout d'ongulés, et plus particulièrement de bouquetins des Alpes (dont la population est aujourd'hui éteinte). Les animaux sont vraisemblablement tombés dans un ou des puits de la faille qui s'ouvre sur le plateau calcaire de Giétroz. Effectuées uniquement sur les ossements visibles en surface, les premières observations indiquent la présence d'une cinquantaine d'individus dont les squelettes, complets, ne sont pas en connexion anatomique. Des datations radiocarbones effectuées sur des crânes de bouquetin et de mouton témoignent de plusieurs périodes de piégeage. Les ibex, uniquement des mâles, ont été piégés de 6460 av. J.-C. jusqu'à env. 3400 av. J.-C. Les moutons quant à eux, des brebis et des agneaux de sexe masculin, sont morts entre 200 et 46 av. J.-C., soit au Second âge du Fer. Les restes de bouquetin et de mouton de Giétroz s'avèrent d'une grande valeur scientifique puisqu'ils permettent d'interpréter l'évolution du climat de l'Holocène alpin et de mieux connaître l'histoire lacunaire du pastoralisme dans les Alpes.

Mots clés:

gouffre, paléontologie, bouquetin, *Capra ibex*, mouton, *Ovis aries*, Holocène, âge du Fer, paléoclimat, pastoralisme

Schlüsselwörter:

Höhle, Paläontologie, Steinböcke, *Capra ibex*, Schaf, *Ovis aries*, Holozän, Eisenzeit, Paläoklimas, Pastoralism

Paläontologische Entdeckungen in der Giétroz Devant-Höhle (Susanfetal, Gemeinde Evionnaz, Wallis). 2017 wurde die Giétroz Devant-Höhle im Susanfe-Tal (2178 m ü. M.) entdeckt. Seither wurden dort zahlreiche Tierknochen in bemerkenswert gutem Erhaltungszustand geborgen. Sie stammen hauptsächlich von Huftieren, insbesondere von einer heute ausgestorbenen Alpensteinbock-Population. Die Tiere fielen wahrscheinlich durch Schächte in die unterirdische Höhle, welche sich durch das Kalksteinplateau von Giétroz zieht. Die ersten Untersuchungen wurden ausschliesslich an den direkt an der Oberfläche ersichtlichen Knochen durchgeführt. Die vollständig erhaltenen Skelette, die nicht mehr in anatomisch verbunden sind, können zirka fünfzig Individuen zugewiesen werden. Radiokarbondatierungen an Steinbock- und Schafschädeln deuten auf mehrere Absturz-Phasen hin. Die Steinböcke (ausschliesslich männliche Exemplare) stürzten von 6460 v. Chr. bis etwa 3400 v. Chr. in die Höhle. Die Schafe (weibliche Exemplare und Lämmer) fanden dort in der zweiten Eisenzeit (zwischen 200 und 46 v. Chr.) den Tod. Die Giétroz-Tierfunde sind von grossem wissenschaftlichen Wert und geben wichtige Informationen zur holozänen Klimaentwicklung und zur bisher nur schlecht bekannten Weidewirtschaft im Alpenraum.

¹ARIA SA,
Route du Rawyl 66,
CH-1950 Sion
nicole.reynaud@aria-sa.ch
²Institut suisse de Spéléologie
et de Karstologie
Rue de la Serre 68
CH-2300 La Chaux-de-Fonds
michel.blant@isska.ch
³Chemin de la Barme 5
CH-1856 Corbeyrier

INTRODUCTION

Le Gouffre de Giétroz Devant (commune d'Évionnaz) est localisé dans le vallon de Susanfe, à 2178 m d'altitude (**Fig. 1**). Cette cavité recèle un important ossuaire – vraisemblablement issu d'animaux piégés – dont la très grande importance scientifique a motivé la mise en place d'un projet de recherche. Cet article présente les résultats des premières investigations menées en 2017 et 2018 sur le site.

La grotte a été découverte par Simon Richard, berger, lorsqu'il remarque un nouvel orifice dans le sol du pâturage au lieu-dit Giétroz Devant dans la région karstique du vallon de Susanfe (**Fig. 2**). En compagnie d'Hubert Caloz, guide de montagne, il décide d'explorer la cavité ainsi révélée. Au fond d'un puits d'une profondeur de 10 mètres environ, ils découvrent une petite salle (env. 5 x 3 m), reliée à une seconde salle (env. 8 x 3 m) par un couloir long de 6 mètres environ. La grande quantité et la qualité de conservation des ossements animaux qui jonchent le sol, de la seconde salle surtout, les incitent à alerter le bureau d'archéologie ARIA SA, à Sion. Comme les ossements reposent au fond d'un gouffre, les compétences de l'Institut suisse de spéléologie et de karstologie (ISSKA), et plus particulièrement de son secteur paléontologie, sont également sollicitées. Une expertise, réalisée le 9 octobre 2017 par Michel Blant et Nicole Reynaud Savioz, confirme l'importance scientifique de cet ensemble de faune. Le matériel paléontologique découvert dans la grotte de Giétroz se caractérise en effet par une grande abondance et une conservation remarquable (**Fig. 3**). Une première détermination atteste la présence, dans l'ordre de fréquence, du bouquetin, du mouton, du chamois, de l'ours, du lièvre variable, d'au moins deux espèces d'oiseaux et de micromammifères. L'abondance de crânes est frappante, mais tous les éléments squelettiques sont présents. La présence de nombreux restes de moutons

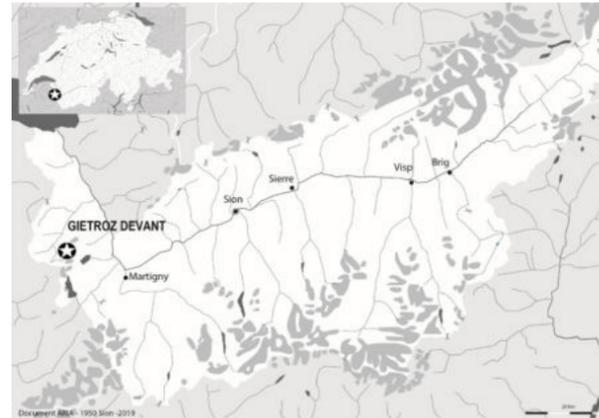


Figure 1 - Carte de situation de la cavité.



Figure 2 - Simon Richard, inventeur de la cavité, à l'entrée du conduit menant au puits. Photo Hubert Caloz

et de bouquetins permet notamment de contribuer, de manière inédite, à deux problématiques de recherche. La question de l'exploitation des zones de pâturages de haute altitude durant la Préhistoire (dès le Néolithique, 5500-2200 av. J.-C.) est actuellement très débattue en



Figure 3 - Gouffre de Giétroz. Restes osseux abondants et remarquablement conservés tapissant le sol de la seconde salle. Photo Hubert Caloz

archéologie; aucune preuve d'estivage au Néolithique n'a encore été apportée. Cependant, quel que soit le résultat des datations des moutons de Giétroz, la contribution de ces restes d'ovins à la connaissance de l'histoire du pastoralisme local est évidemment très grande et inédite. Quant aux très nombreux ossements de bouquetin découverts dans le gouffre, tous sont issus d'individus dont la population s'est éteinte au 19^e siècle. Ces vestiges osseux sont, de ce fait, de précieux témoins des ongulés autochtones disparus. De plus, un autre aspect important, d'un point de vue muséal, est la présence de nombreux squelettes complets de bouquetin. En effet, comme l'ont souligné Louis CHAIX et Jean DESSE (1994: 22), les collections des musées, malgré l'existence de milliers de trophées, ne contiennent que très peu d'autres éléments anatomiques issus de l'ongulé sauvage.

L'importance scientifique du matériel paléontologique de la grotte de Giétroz a motivé la mise sur pied d'un projet d'étude axé, dans un premier temps, sur la mise en valeur de cette découverte auprès du public. Assurés du partenariat des musées cantonaux d'histoire et de la nature, qui s'est notamment traduit par la prise en charge des datations radiocarbones, nous avons prélevé des échantillons à dater et réalisé une topographie de la grotte, en octobre 2018.



Figure 4 - Plan du gouffre de Giétroz. Dessin Rémy Wenger, ISSKA

MATÉRIEL ET MÉTHODE

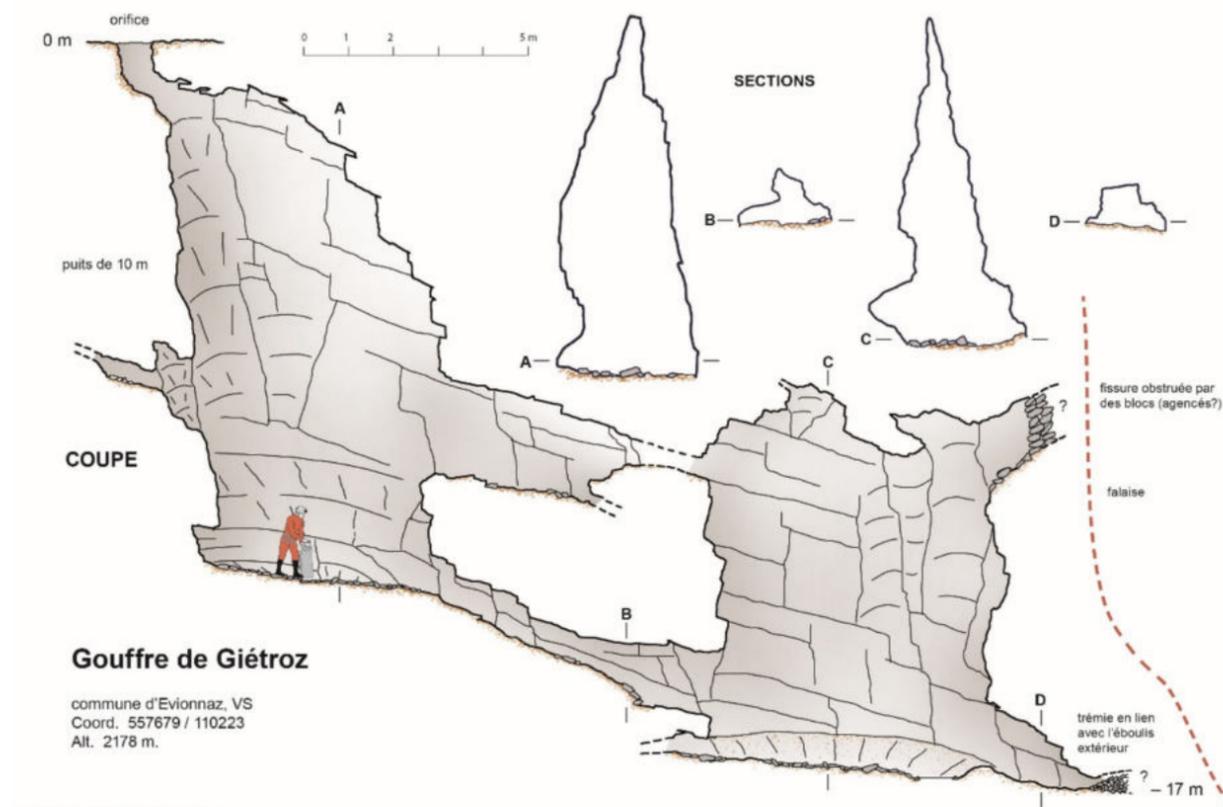
Deux premiers échantillons - des métapodes issus d'un bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) et d'un chamois (*Rupicapra rupicapra*) - ont été récoltés durant la première expertise de 2017.

En 2018, deux espèces – le bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) et le mouton (*Ovis aries*) – ont été privilégiées pour les datations C14, compte tenu de leur abondance à l'intérieur du gouffre et de la problématique de l'estivage durant la Préhistoire. Pour les datations, nous avons choisi des crânes, par rapport à d'autres éléments squelettiques, en raison de la

certitude de prélever des animaux distincts et de la possibilité de connaître l'âge (dents) et le sexe (chevilles osseuses) des individus. Les crânes – 5 de bouquetin et 5 de mouton – ont été prélevés dans la salle basse et dans le couloir qui relie les deux salles. Les ossements localisés dans le couloir; du moins ceux qui étaient apparents (en particulier un crâne d'ours juvénile), ont aussi été collectés pour éviter de les endommager lors de nos passages. Les échantillons prélevés ont tous été dégagés en surface, aucun sondage n'ayant été exécuté en profondeur pour l'instant.

Le lavage des ossements, puis le prélèvement des échantillons osseux pour datation ont été effectués à Sion dans les locaux du bureau ARIA SA. Les datations ont été effectuées au Laboratoire de physique des particules de l'ETHZ.

Figure 5 - Coupe du gouffre de Giétroz. Dessin Rémy Wenger, ISSKA



RÉSULTATS

A) DESCRIPTION ET SITUATION DE LA CAVITÉ

La cavité se présente sous la forme de deux petites salles successives, situées au pied d'un puits d'une dizaine de mètres (**Fig. 4 et 5**). La première salle se trouve à l'aplomb du puits, avec des dimensions maximales de 5 m de longueur sur 3 m de largeur au sol. La seconde salle est plus longue mais un peu resserrée, avec 8 m de longueur sur 2 à 3 m de largeur. Les deux salles sont parsemées de blocs de dimensions variables, surtout sur les côtés, sous les parois. Les deux salles sont séparées par un petit couloir descendant, de 6 m de longueur, sur un dénivelé de 3 m. Dans la première salle, à quelques mètres du sol, une petite vire est prolongée par un second couloir qui semble également relier les deux salles, mais qui n'est pas entièrement franchissable. Dans la seconde salle,

une fissure part en cheminée sur le côté est de la salle. Le fond est toutefois complètement obturé par des blocs empilés les uns sur les autres (**Fig. 6**). L'empilement est si régulier qu'un éboulement semble exclu; seule une intervention humaine permet d'atteindre un tel niveau de précision dans l'agencement des blocs. Une exploration de la falaise, en rappel depuis son sommet ou à l'aide d'un drone, permettra peut-être d'observer la fermeture de la fissure depuis l'extérieur et de vérifier l'hypothèse d'une intervention humaine qui restera néanmoins difficilement datable. Aux deux tiers de la seconde salle, le sol est remontant, colmaté par des limons formant une petite étendue de matériel boueux. Le fond de la salle se termine sur une trémie remplie de blocs, infranchissable.

La position de la cavité est attenante, à quelques mètres près, à une petite falaise orientée au sud-ouest, avec laquelle elle forme un angle d'environ 30° (**Fig. 4**). Les relevés topographiques situent la cheminée obturée de blocs dans un petit renforcement de la falaise. La trémie quant à elle, située sous l'éboulis se trouvant au pied de la falaise, est invisible depuis l'extérieur.

B) GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE

Le vallon de Susanfe, localisé au sud-ouest de la chaîne des Dents du Midi, se trouve dans l'unité géologique de la nappe de Morcles. La grotte est située dans les calcaires du Valanginien qui affleurent en surface sur le flanc nord du vallon. Les eaux souterraines de cette partie du vallon s'écoulent en direction du Val d'Illeiez (CARDIS 2014).

La grotte elle-même est issue de processus d'écoulement et de dissolution. Une arrivée d'eau provenant du nord par un petit conduit (**Fig. 5**) au tiers du premier puits est bien visible. L'eau s'écoule ensuite sur le fond de la cavité. L'absence de connexion anatomique et la position des ossements dans des flaques de boue de la seconde salle indiquent que les os sont en position secondaire et que le transport a eu lieu

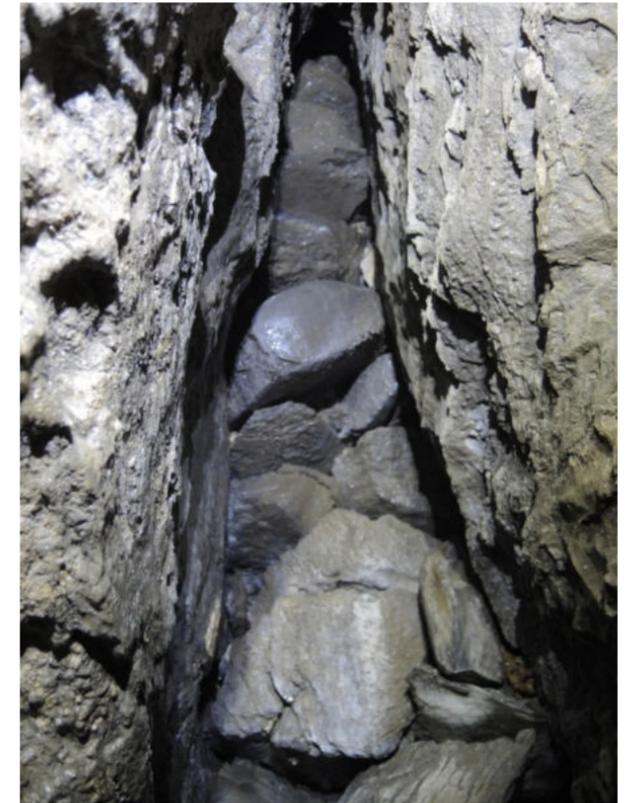


Figure 6 - Fissure colmatée par des blocs qui paraissent agencés par l'homme. Photo Hubert Caloz

une fois les carcasses désarticulées (rupture de toutes les liaisons ligamentaires). Le fait que les os ne sont pas brisés et que leur surface est parfaitement conservée témoigne d'un transport sur une courte distance.

L'observation des environs de l'orifice actuel a révélé la présence de plusieurs dolines; ces dépressions circulaires paraissent alignées sur le plateau de Giétroz Devant, ce qui témoigne de la présence d'une faille sous-jacente. Le site karstique se situe dans la zone d'infiltration des grottes de la Cascade (CARDIS 2006, 2014).

C) SPECTRE FAUNIQUE

Le spectre faunique de Giétroz rassemble des mammifères surtout mais également des oiseaux (qui ne sont pas encore déterminés au rang de l'espèce). Les ossements



Figure 7 - Crâne du bouquetin EVG18-N° 8, daté à 6400-6246 av. J.-C. Photo Rémy Wenger

proviennent de bouquetins (*Capra ibex*), de moutons (*Ovis aries*), de chamois (*Rupicapra rupicapra*), d'ours bruns (*Ursus arctos*) et de lièvres variables (*Lepus timidus*). Quelques os de petits rongeurs ont également été repérés. Selon un rapide décompte, les restes seraient issus d'une cinquantaine d'animaux. Les ongulés sont très nettement majoritaires et le bouquetin s'avère particulièrement abondant (le fait que ses chevilles osseuses sont de grande taille contribue à rendre ce taxon très visible). Le nombre d'oursons repérés s'élève à trois (sous la forme d'un individu complet, en connexion, et deux crânes isolés).

D) DATATIONS

Les 6 datations du bouquetin (**Tab. 1**) présentent un intervalle large, qui s'étend de 6460 à 3353 av. J.-C. (âge calibré), soit une durée d'environ 3100 années. Deux d'entre eux datent d'un peu plus de 6000 ans av. J.-C., deux autres suivent entre 5000 et 6000 ans, les deux plus récents étant ensuite séparés par un intervalle plus important, puisqu'ils

se situent entre 3500 et 3000 ans av. J.-C. (d'un point de vue culturel, trois se placent dans le Mésolithique et trois dans le Néolithique). La plupart des bouquetins sont donc tombés dans le gouffre durant la phase de l'Atlantique, un seul étant attribuable au Subboréal. Il est probable que la phase climatique chaude et humide de l'Atlantique ait également favorisé l'appropriation des lieux par l'ours brun, mais ce point reste à vérifier par une datation.

Les 5 datations effectuées sur les moutons (**Tab. 1**) présentent une contemporanéité remarquable. Toutes se situent entre 200 et 46 av. J.-C. (âge calibré). Du point de vue culturel, le plateau de Giétroz a donc été parcouru durant la seconde partie de l'âge du Fer (époque laténienne). Les restes de mouton du gouffre de Giétroz témoignent de l'utilisation de l'alpage par des éleveurs nantuates. Du point de vue climatique, les moutons sont situés au Subatlantique inférieur, soit dans une phase précédant les détériorations climatiques du Moyen Âge. Daté entre 196 et 54 av. J.-C., le chamois est contemporain des moutons (**Tab. 1**).



Figure 8 - Crâne du mouton EVG18-N° 3, daté à 200-55 av. J.-C. Photo Rémy Wenger

E) BRÈVE DESCRIPTION DES CRÂNES DE BOUQUETIN ET DE MOUTON

Au contraire des sites archéologiques qui livrent des restes osseux le plus souvent fragmentés, les sites naturels contiennent des ossements généralement complets qui permettent des études métriques et morphologiques approfondies. La grotte de Giétroz, avec ses éléments anatomiques complets issus d'une cinquantaine d'individus, ne fait pas exception. Les crânes parfaitement conservés sont une source de connaissances extrêmement importante non seulement du physique des animaux, mais aussi et de l'organisation des activités pastorales, grâce à l'estimation de l'âge et à la détermination du sexe des individus.

Cet article ne vise qu'une brève présentation morphométrique des crânes. Des études plus poussées auront lieu ultérieurement, lorsque les éléments postcrâniens auront également été prélevés.

Les crânes de bouquetin (*Capra ibex*)

À l'exception du bouquetin EVG18-N°7, chez qui la troisième molaire (M3) n'a pas terminé son éruption, tous les individus sont pleinement adultes. Les dimensions des chevilles osseuses, qui expriment très bien le dimorphisme sexuel chez les bovidés, témoigneraient uniquement de la présence d'individus

mâles (**Tab. 2** et **Fig. 7**). En effet, les dimensions (périmètre et diamètres) des processus cornaux des bouquetins de Giétroz entrent parfaitement dans les marges de variations de bouquetins mâles actuels et correspondent à la moyenne (COUTURIER 1962).

Les crânes de mouton (*Ovis aries*)

Les crânes d'ovins prélevés sont issus de quatre agneaux (trois mâles âgés de 3 à 6 mois et une femelle d'1-2 ans) et d'une brebis adulte (4-6 ans) (HABERMEHL 1975) (**Tab. 3** et **Fig. 8**). Les os frontaux acérés (sans cornes) ont été attribuées à des femelles. Les crânes des brebis portent de petites tubérosités de forme circulaire (diamètre d'une dizaine de mm) et extrêmement peu protubérantes. Les trois crânes présentant des chevilles osseuses, courtes et massives, proviennent sans doute de très jeunes béliers (des castrats?). La section basale des chevilles de deux individus (EVG18-N°1 et EVG18-N°6) est arrondie, avec une face médiale assez plane et une face latérale bombée; chez le sujet EVG18-N°4, la section est triangulaire (face caudale plane) avec deux arêtes bien marquées. Les os cornus se dirigent vers l'arrière et, en vue latérale, ils sont implantés horizontalement, dans le prolongement des frontaux puis sont légèrement recourbés (à l'âge adulte, ce morphotype ovin présenterait des cornes enroulées en spirale de chaque côté de la tête). En vue frontale, les chevilles osseuses sont très divergentes et forment un angle bien ouvert.

N° Labo	N° échan	Espèce	Pièce anatomique	Age 14C BP	Ecart-type $\pm 1\sigma$	Age cal BC (95.4 %)
ETH-84844	SpéléOs 146-17.01	Capra ibex	Métatarse	6257	± 28	5314-5081
ETH-84845	SpéléOs 146-17.02	Rupicapra rupicapra	Métatarse	2108	± 25	196-54
ETH-93231	EVG18-N°1	Ovis aries	Crâne	2084	± 22	171-46
ETH-93232	EVG18-N°3	Ovis aries	Crâne	2114	± 23	200-55
ETH-93233	EVG18-N°4	Ovis aries	Crâne	2101	± 22	187-52
ETH-93234	EVG18-N°5	Ovis aries	Crâne	2105	± 23	191-54
ETH-93235	EVG18-N°6	Ovis aries	Crâne	2114	± 23	200-55
ETH-93236	EVG18-N°7	Capra ibex	Crâne	4671	± 24	3520-3370
ETH-93237	EVG18-N°8	Capra ibex	Crâne	7456	± 27	6400-6246
ETH-93238	EVG18-N°10	Capra ibex	Crâne	7555	± 27	6460-6394
ETH-93239	EVG18-N°12	Capra ibex	Crâne	7043	± 27	5998-5879
ETH-93240	EVG17-N°11	Capra ibex	Crâne	4618	± 24	3499-3353

Tableau 1 - Résultats des datations radiocarbones (BP et cal BC).

N°	datation (cal BC)	périmètre à la base	diamètre maximal (antéro-postérieur)	diamètre minimal (transversal)
EVG17-N°11	3499-3353	249	82,3	71,5
EVG18-N°7	3520-3370	175	57,05	48,3
EVG18-N°12	5998-5879	199	65,3	56,4
EVG18-N°8	6400-6246		68,5	59,3
EVG18-N°10	6460-6394	219	67,1	55,6

Tableau 2 - Périmètres et diamètres maximal (antéro-postérieur) et minimal (transversal) des chevilles osseuses de bouquetin (les mesures ont été prises à la base des os cornus, selon Von den Driesch 1976, et sont exprimées en mm). À noter que les chevilles du bouquetin EVG18-N°7 n'ont pas terminé leur croissance.

N°	datation (cal BC)	âge	sexe
EVG18-N°1	171-46	3-6 mois	mâle
EVG18-N°4	187-52	env. 6 mois	mâle
EVG18-N°5	191-54	1-2 ans	femelle
EVG18-N°3	200-55	4-6 ans	femelle
EVG18-N°6	200-55	(env. 6 mois)	mâle

Tableau 3 - Âge et sexe des ovins.

DISCUSSION

La grotte de Giétroz se situe sur l'axe d'une faille matérialisée, outre la cavité, par plusieurs dolines visibles en surface. Elle recoupe l'actuelle falaise de Giétroz Dessus, qui surplombe les alpages anciennement habités par des bergers (présence d'îtres).

Le matériel osseux dans la cavité est extrêmement bien conservé. Les squelettes complets des différents animaux identifiés sont encore présents, seuls quelques échantillons ayant été prélevés, pour raison de conservation sur les passages obligés (couloir). Il reste également encore plusieurs crânes, de plusieurs espèces. La profondeur exacte du gisement n'a pas encore été sondée.

L'hypothèse la plus vraisemblable est que les animaux ont été piégés accidentellement. Ils sont probablement tombés dans un puits similaire à celui qui a été découvert. Nouvellement créée, l'ouverture par laquelle nous avons pénétré dans la grotte n'est en aucun cas responsable du piégeage des animaux dont les ossements jonchent le sol. À l'heure actuelle, nous ne connaissons pas l'emplacement du ou des orifices par lequel/lesquels les animaux sont tombés; le piégeage, plutôt qu'une pénétration active (par un couloir horizontal), est l'hypothèse privilégiée pour expliquer la présence des ongulés. Quant à l'oursin complet, une pénétration active (par une entrée, aujourd'hui disparue, depuis la falaise) peut aussi être envisagée; en effet, comme c'est souvent le cas chez l'ours brun, les femelles viennent passer l'hiver à l'entrée des cavités et les oursons, qui naissent durant la pause hivernale et quittent la cavité vers l'âge de 4-5 mois, sont dotés d'un comportement exploratoire.

L'ensemble du matériel daté à ce jour indique que la cavité était ouverte et a pu piéger des ongulés sur une durée d'au moins 6500 ans. Plus anciennement, il n'est pas exclu que la cavité ait été déjà ouverte lors du retrait des glaciers, la faille absorbant l'eau de fonte. De nouvelles datations pourraient apporter des précisions à ce sujet, en particulier sur des ossements situés plus en profondeur dans le sol de la salle.

Les bouquetins de la Grotte de Giétroz ont été piégés par une faille à une altitude de 2200 m environ. Selon les observations d'Abderhalden (2005) dans le Parc National Suisse, les bouquetins mâles se situent en été à une altitude moyenne de plus de 2400 m. En hiver (novembre à juin), ils descendent d'environ 200 m. L'altitude de la grotte, de même que sa situation sur un plateau calcaire occupé par une pelouse alpine, correspond à un habitat d'hiver pour l'espèce. On peut donc imaginer que les animaux ont pu être piégés en fin d'hiver; lorsque des ponts de neige recouvraient la fissure, cédant sous le poids des lourds animaux. Cette hypothèse pourrait aussi expliquer l'absence de femelles, plus légères, dans le gisement.

À la fin du Tardiglaciaire (Préboréal), de nombreuses découvertes de bouquetins ont été faites dans des grottes de plus basse altitude, à environ 1500 m (BLANT & *al.* 2012). Ils se répandent ensuite plus en altitude, jusqu'à plus de 2000 m. Cette expansion correspond à une phase de réchauffement (Boréal). Durant l'Atlantique, période plus chaude, les bouquetins devaient donc avoir pris leurs quartiers dans les zones d'altitude, qui correspondent encore à leur habitat actuel. Leur présence à Giétroz confirme cette hypothèse d'une répartition altitudinale d'origine climatique, plutôt que consécutive des activités humaines. Le matériel découvert à Giétroz complète donc judicieusement les données paléontologiques de bouquetin, rares durant cette phase climatique. Elles sont donc de grande valeur pour l'interprétation paléoclimatique de l'Holocène alpin.

Le résultat des datations des 5 moutons s'avère très homogène: les ovins ont tous vécu entre 200 et 46 av. J.-C. À ces dates, le climat présente une alternance de périodes chaudes et plus fraîches: les données disponibles indiquent un climat chaud de 350 à 180 av. J.-C., suivi d'une période plus fraîche entre 180 et 150 av. J.-C.; entre 150 et le début de notre ère, le climat est globalement chaud avec cependant de courts épisodes de refroidissement vers 100 et vers 50 av. J.-C. (MAISE 1999). D'un point de vue culturel, les datations correspondent à La Tène (de LT C2 à LT D2), soit la culture du Second âge du Fer. Durant la période laténienne, le Chablais est habité par le peuple celtique des Nantuates. Il est possible que, suite au piégeage des moutons dans la cavité, les bergers de l'époque aient décidé d'obturer le puits qui leur était fatal. Les restes de moutons du gouffre de Giétroz contribuent, de manière inédite, à notre connaissance encore extrêmement lacunaire de l'histoire du pastoralisme alpin. Découverts à 2200 m d'altitude, ces ovins constituent une preuve de l'exploitation des prairies d'altitude au Second âge du Fer. Il s'agit de la première attestation de la pratique de l'estivage pour les Alpes valaisannes. La mise-bas ayant lieu à la fin de l'hiver ou au début du printemps dans les élevages

traditionnels, les moutons sont effectivement morts durant la saison des alpages (été et automne). Les données fournies par les crânes des moutons du Giétroz, telles que l'âge et le sexe, s'avèrent extrêmement précieuses pour mettre en lumière la composition des troupeaux et les modalités de l'exploitation laitière. Les restes d'ovins de Giétroz s'avèrent d'une extrême importance dans le cadre d'une réflexion autour de l'exploitation des ressources herbagères et de la mobilité des troupeaux durant la Protohistoire.

Découverte inattendue, cet ensemble paléontologique issu de cavité est unique pour le Valais, et même pour la Suisse, en regard du nombre élevé de bouquetins et de moutons représentés. Les ossements du Gouffre de Giétroz recèlent un potentiel informatif immense qui mérite amplement d'être exploité en détail. Des analyses paléogénétiques sur les bouquetins de Giétroz, par exemple, apporteront à coup sûr des résultats intéressants sur le plan de la phylogénie et sur l'histoire de cet ongulé dont la population autochtone a été anéantie dans les Alpes valaisannes au 19^e siècle.

REMERCIEMENTS

Ces premières recherches dans le vallon de Susanfe n'auraient pu se faire sans le soutien, l'intérêt et l'enthousiasme de nombreuses personnes et institutions. Nos plus chaleureux remerciements vont à Simon Richard et Hubert Caloz, pour avoir signalé leur découverte et pour leur aide dévouée sur le terrain, aux musées cantonaux du Valais (Pascal Ruedin), d'histoire (Pierre-Yves Nicod) et de la nature (Nicolas Kramar), au laboratoire de physique des particules de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (Irka Hajdas), à la délégation valaisanne de la Loterie Romande (Jean-Maurice Tornay), aux communes d'Évionnaz et de Troistorrens, par leurs présidents MM. Gilbert Jacquemoud et Fabrice Donnet-Monay, à La Murithienne, société valaisanne des sciences

naturelles, par la Fondation Dr Ignace Mariétan (Régine Bernard et Jean-Claude Praz), aux Amis du Musée de la nature (Olivier Duckert), pour leur soutien financier. Nous remercions également pour leur appui logistique Fabienne Debossens, gardienne de la cabane de Susanfe, et toute sa joyeuse équipe, ainsi qu'Air-Glacières. Merci enfin à Sophie Providoli pour la traduction en allemand du résumé.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDERHALDEN, W. 2005. Raumnutzung und sexuelle Segregation beim Alpensteinbock *Capra ibex ibex*. *Nationalpark-Forschung in der Schweiz* 92, Zerne, 184 p.
- BLANT, M., W. IMHOF, J. OPPLIGER & J.-C. CASTEL 2012. Analyse chronologique des données d'occupation de bouquetins (*Capra ibex*) dans les grottes des Alpes suisses. Actes du 13^e Congrès National de Spéléologie, Muotathal. *Stalactite* 18 (Supplément): 231-236.
- CARDIS, D. 2006. *Gestion du patrimoine spéléologique et karstique en Valais*. Travail de Diplôme d'Ingénieur en Gestion de la Nature, HES Lullier, 201 pp.
- CARDIS, D. 2014. *Fonctionnement hydrogéologique du Vallon de Susanfe, Valais, Suisse*. Travail de Master en hydrogéologie et géothermie, CHYN, Université de Neuchâtel, 91 pp. et annexes.
- CHAIX, L. & J. DESSE 1994. Les bouquetins fossiles du sud-est de la France. *Trav. Sci. Parc nation. Vanoise XVIII*: 17-30.
- COUTURIER, M. 1962. *Le bouquetin des Alpes*. Imprimerie Allier, Grenoble.
- HABERMEHL, K.-H. 1975. *Die Alterbestimmung bei Haus- und Labortieren*. Paul Parey, Berlin und Hamburg, 216 pp.
- MAISE, C. 1999. L'histoire du climat, pp. 93-97. In: Müller, T., G. Kaenel & G. Lüscher (éd.). *La Suisse du Paléolithique à l'aube du Moyen-Âge*. SPM IV. Âge du Fer. Bâle

SAUVEGARDE DES POPULATIONS DE SONNEURS À VENTRE JAUNE (*BOMBINA VARIEGATA*) DU VALAIS : ANALYSE GÉNÉTIQUE COMPARATIVE DE DIFFÉRENTES POPULATIONS

SOPHIE COTTING¹, SYLVAIN URSENBACHER², RAPHAËL ARLETTAZ³, JÉRÔME PELLET⁴, † PAUL MARCHESI¹ & FLAVIO ZANINI¹
Bull. Murithienne 136/2018: 31-41

En souvenir de notre cher ami et collègue Paul Marchesi (1958-2013), initiateur du projet et acteur fondamental de la sauvegarde des batraciens en Valais.

En Valais, les populations de sonneurs à ventre jaune sont en déclin. À peine une dizaine de populations subsistent le long de la plaine du Rhône et présentent un important déficit de connexion qui pourrait conduire à leur disparition. Cette étude, réalisée en partenariat entre le bureau Drosera, les Universités de Bâle et de Berne et le KARCH, vise à évaluer la diversité génétique des populations valaisannes de sonneurs en les comparant à des populations du canton de Vaud proches et moins isolées, afin d'affiner les stratégies de conservation de l'espèce mises en place ces dernières années par le canton. Globalement, une faible à très faible diversité génétique a été trouvée au sein des populations analysées, avec une diversité plus importante dans les populations vaudoises que valaisannes et qui diminue à mesure qu'on remonte le Rhône. L'étude montre que la situation du sonneur reste préoccupante et qu'il est essentiel de continuer les mesures de conservation de l'espèce afin d'en assurer la sauvegarde.

Schutz der Populationen der Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) im Wallis: genetische Untersuchung verschiedener Populationen. Im Wallis sind die Gelbbauchunke-Populationen rückläufig. Es sind kaum zehn, die sich in der Rhoneebene noch halten können. Ausserdem sind die Standorte meist isoliert und drohen zu verschwinden. Diese Studie ist eine Zusammenarbeit zwischen Drosera, den Universitäten Basel und Bern und der Karch. Sie hat zum Ziel, die genetische Vielfalt innerhalb der Walliser-Populationen zu untersuchen und sie dann mit den Ergebnissen aus dem angrenzenden Kanton Waadt zu vergleichen, wo die Populationen besser vernetzt sind. Aufgrund der Resultate soll die in den letzten Jahren erarbeitete Schutzstrategie des Kantons Wallis verbessert werden. Die untersuchten Populationen weisen insgesamt eine geringe bis sehr geringe genetische Vielfalt auf, welche mit der Distanz zum Genfersee der Rhone entlang abnimmt. Auch im Vergleich zum Kanton Waadt ist die genetische Diversität in den Walliser Populationen relativ tief. Die Studie zeigt, dass die Situation der Gelbbauchunke alles andere als stabil ist und dass weitere Schutzmassnahmen für den Erhalt der Art notwendig sind.

Mots clés:

Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*), régression, diversité génétique, fragmentation de l'habitat, habitat, protection, conservation, restauration

Schlüsselwörter:

Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Rückgang, genetische Vielfalt, Habitatfragmentierung, Habitat, Schutz, Restaurierung

¹Bureau Drosera Ecologie Appliquée SA
Ch. Poudrière 36, 1950 Sion
+41 (0) 27 323 70 17
drosera@drosera-vs.ch

²Departement of Environmental Sciences, Section of Conservation Biology
University of Basel,
St. Johanns-Vorstadt 10, 4056 Basel
+41 (0) 61 267 08 57
s.ursenbacher@unibas.ch

³Division of Conservation Biology, Institute of Ecology and Evolution, University of Bern,
Baltzerstrasse 6, 3012 Bern
+41 (0) 31 631 31 61
raphael.arlettaz@iee.unibe.ch

⁴Info fauna - karch
Avenue de Bellevaux 51, 2000 Neuchâtel
+41 (0) 32 718 36 13
sylvain.ursenbacher@unine.ch
+41 (0) 32 725 72 42
jerome.pellet@unine.ch

INTRODUCTION

Le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* (Ph. I) est une espèce de crapaud menacée au niveau suisse (considéré comme «En danger» dans la dernière liste rouge suisse, SCHMIDT & ZUMBACH 2005). Comme toutes les autres espèces de batraciens indigènes, cette espèce est légalement protégée depuis 1967 (Loi sur la protection de la nature SR 451 et son ordonnance SR 451.1). Cette espèce pionnière, adaptée aux milieux naturels dynamiques où de nouveaux plans d'eau apparaissent et disparaissent régulièrement, affectionne les petites mares temporaires et dépourvues de végétation pour s'y reproduire (MERMOD & al. 2010).

En Valais, où la plaine s'est fortement anthropisée et où les zones humides ont été fortement asséchées suite aux corrections du Rhône, le sonneur est en déclin, notamment à cause de la dégradation et de la destruction de ses habitats, ainsi que de ses sites de reproduction (**Fig. 1**). Actuellement, à peine une dizaine de populations subsistent le long de la plaine du Rhône, du Bouveret à Chalais, alors que 19 populations étaient encore recensées lors du premier inventaire des batraciens du Valais. Celui-ci relevait déjà la

Jeune sonneur à ventre jaune. Photo Henri Guanzini



disparition de plusieurs populations dans les années 1980 (MARCHESI & ZANINI 2009a, REY & al. 1986). La situation est donc particulièrement critique en Valais central où il ne subsistait apparemment plus qu'une seule population viable en 2009. En effet, des relevés effectués alors dans 17 sites a priori favorables au sonneur ou qui étaient encore occupés par ce dernier il y a moins d'une trentaine d'années n'avaient permis de ne retrouver qu'une seule population, sur le territoire de la commune de Chalais, à Tsararogne (MARCHESI & ZANINI 2009b). Suite à ce constat alarmant, un plan d'action a été mis en route par le canton pour essayer de sauvegarder les dernières populations existantes de cette espèce sur l'ensemble du territoire cantonal, notamment par le suivi et la revitalisation des sites en abritant encore (MARCHESI & ZANINI 2010, MARCHESI 2012, ZANINI & COTTING 2014, FOURNIER 2017, ZANINI 2017, ZANINI & EVEQUOZ 2018). Les populations actuelles, situées pour la plupart en rive gauche du Rhône, présentent un déficit de connexion entre elles (ZANINI 2006). Un manque de connectivité progressive des populations, entraîne généralement un appauvrissement de la diversité génétique, lequel peut, à terme, conduire à la disparition d'une population.

Cette étude vise à éclaircir la situation génétique des populations de sonneurs à ventre jaune du Valais, notamment en les comparant avec les populations les plus proches géographiquement (Chablais vaudois, rive droite du Rhône), apparemment mieux connectées entre elles. Par ailleurs, l'origine de certaines (sous-)populations valaisannes demeure incertaine car des lâchers ont peut-être eu lieu en Valais central, notamment en provenance d'un élevage privé qui existe depuis quelques décennies. Selon son propriétaire, les individus souches de cet élevage proviennent d'une population aujourd'hui éteinte de la région d'Aproz VS, ainsi que d'une population fribourgeoise (barrage de Schiffenen) (Pierre-Louis Cerutti, com. pers.). Il nous a donc paru nécessaire d'effectuer une analyse génétique comparative,

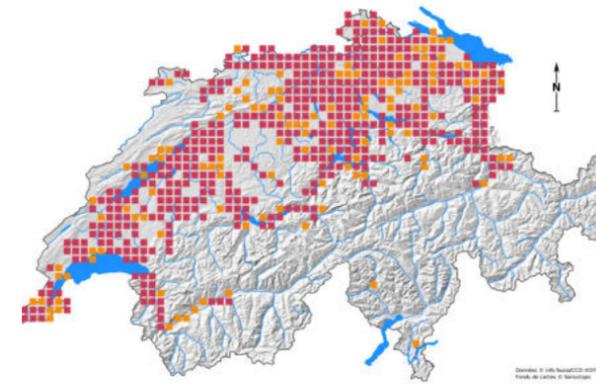


Figure 1 - Carte de répartition du sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) en Suisse selon le Centre Suisse de la Cartographie de la faune (CSCF) et le Centre de coordination pour la protection des amphibiens et reptiles de Suisse (KARCH) (2019). Carré orange: données avant 2000. Carré rouge: Données à partir de 2000. La situation en Valais est particulièrement préoccupante.

incluant des individus de cet élevage, afin de mieux cerner l'origine des populations relictuelles de la Vallée du Rhône. L'accent a aussi été mis sur l'analyse de la diversité génétique de ces populations dans le but d'affiner les stratégies de conservation de l'espèce déjà mises en place et futures.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

A) ECHANTILLONNAGES

En 2013, des échantillons buccaux contenant de l'ADN ont été prélevés sur 196 sonneurs à ventre jaune provenant de quatre populations valaisannes de taille moyenne à très grande (PELLET & al. 2012), ainsi que de quatre populations



Figure 2 - Sites d'échantillonnage des différentes populations sauvages analysées génétiquement. La ligne verte correspond à l'axe utilisé pour calculer la distance qui sépare Genève, le long de l'axe du Rhône, de chacune des populations sauvages.

vaudoises. En complément, des animaux provenant de l'élevage privé de Cerutti (qui pourrait être à l'origine de certaines populations) ont aussi été échantillonnés. Notons que ces prélèvements visaient également à mettre en évidence une éventuelle présence de la chytridiomycose (une maladie affectant les amphibiens dans le monde entier); en effet la présence de ce champignon dans l'élevage en aurait compromis l'usage pour d'éventuelles futures opérations de réintroduction.

L'échantillonnage des populations situées en rive droite du Rhône (Chablais vaudois) et au-delà au sein de l'Arc

Tableau 1 - Liste des sites échantillonnés en 2013.

N°	Lieu	Commune	Canton	Nombre échantillons	Echantillonneur
1	Châtelet	Port-Valais	VS	13	Drosera
2	Noyeraya	Monthey	VS	30	Drosera + R. Arlettaz
3	Mont d'Ottan	Martigny	VS	28	Drosera
4	Tsararogne	Chalais	VS	36	Drosera + R. Arlettaz
5	Élevage Cerutti			20	R. Arlettaz
6	Mossières	Bière	VD	23	J. Pellet
7	Roche	Roche	VD	25	J. Pellet
8	Gilamont	Vevey	VD	19	J. Pellet
9	Iles d'Aval	Ollon	VD	2	Drosera

lémanique était essentiel pour pouvoir comparer la diversité génétique des populations valaisannes avec des populations proches et moins isolées. Les sites échantillonnés sont présentés dans le **tableau 1** et la **figure 2**.

B) ANALYSES GÉNÉTIQUES ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES

Les analyses génétiques ont été effectuées à l'aide de sept marqueurs microsatellites développés spécifiquement pour *Bombina bombina* et *Bombina variegata* (cf. **Annexe 1** pour plus de détails sur les méthodes). Ces marqueurs ont d'abord été testés par différentes méthodes pour savoir s'ils étaient statistiquement utilisables. Afin d'évaluer la diversité génétique au sein des différentes populations échantillonnées (diversité intrapopulationnelle) et entre elles (diversité interpopulationnelle), plusieurs métriques ont été utilisées:

- Le niveau d'hétérozygotie attendu (H_e): correspond au niveau d'hétérozygotie calculé en fonction de la fréquence des différents allèles au sein de chaque locus.
- La richesse allélique A_r (nombre d'allèles pour un locus donné): plus le nombre d'allèles est élevé, plus la diversité génétique est grande.
- La proportion d'allèles rares (allèles privés): allèles présents uniquement dans une seule population échantillonnée; fournit un indice sur l'originalité génétique d'une telle population.
- Le niveau de fixation F_{IS} : mesure le niveau de structuration (différenciation des individus) au sein d'une population (intrapopulation) à partir du polymorphisme génétique. Une valeur de 0 indique que la population est homogène, alors que des valeurs significativement supérieures à 0 indiquent la présence d'une forte structuration ou de consanguinité au sein de cette population.
- La différenciation génétique entre les populations (interpopulation) par reconstruction phylogénétique: visualisation des distances génétiques entre les différentes

populations (par paire de populations) à l'aide d'un arbre phylogénétique qui permet de visualiser les liens d'apparement entre les populations.

Les tests de significativité ont été opérés au moyen de simulations comptant 1000 permutations. De plus, la structure dans et entre les différentes populations a été évaluée au moyen du logiciel STRUCTURE qui permet de regrouper des individus ayant des similarités génétiques. Finalement, les résultats génétiques ont été analysés dans une perspective spatiale, au moyen de deux tests; 1) un test d'isolation par distance qui permet de déterminer si les populations géographiquement éloignées sont aussi plus distantes du point de vue génétique; 2) un test qui a consisté à déterminer si la distance d'une population par rapport à un gradient ouest-est traversant tout le bassin lémanique selon l'axe du Rhône (le point 0 ayant été placé à l'entrée du Rhône en ville de Genève) pouvait expliquer la diversité génétique observée au sein des différentes populations étudiées (voir **Fig. 2**).

RÉSULTATS

L'un des sept marqueurs microsatellites a montré des problèmes d'amplification lors de tests génétiques préliminaires et n'a donc pas été retenu pour le traitement statistique ultérieur. Globalement, une faible diversité génétique a été trouvée au sein de toutes les populations échantillonnées, avec toutefois une diversité plus importante dans les populations vaudoises par rapport aux populations valaisannes. Le second test le long du gradient géographique ouest-est montre que cette diversité génétique se réduit progressivement en direction du Haut-Valais (**Fig. 3**). La diversité génétique est nettement plus faible dans les populations des Iles d'Aval (Ollon) et Tsararogne (Chalais) que dans les autres populations (**Tab. 2**). Mais la très faible taille d'échantillon aux Iles d'Aval ($n = 2$) explique certainement cette faible diversité génétique sur ce site.

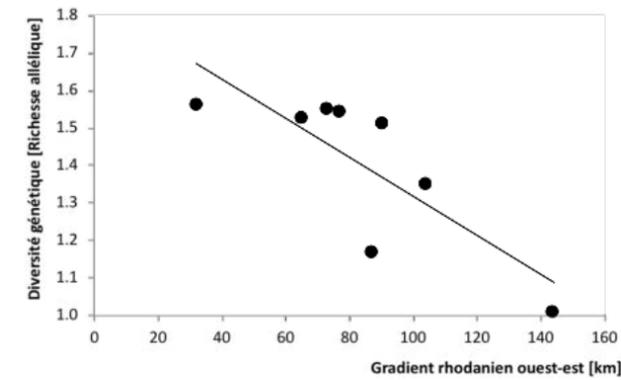


Figure 3 - Relation entre la diversité génétique observée dans une population donnée et la distance géographique de cette population selon un gradient ouest-est courant le long de l'axe du bassin rhodanien, allant de Genève (0) au Valais central. Ce graphique démontre que la diversité génétique au sein des populations de crapaud sonneur se réduit à mesure qu'on remonte le Rhône. $R^2 = 0.6422$; $p < 0.01$

Des allèles privés ont été détectés principalement dans la population captive (Cerutti), dans celle du Châtelet (Port-Valais) et dans une moindre mesure aux Mossières (Bière) (**Tab. 2**).

Les niveaux de fixation des allèles (F_{IS}) au sein des différentes populations sont limités et non significatifs. Ceci tendrait à indiquer que les unités échantillonnées

(parfois regroupant plusieurs étangs distants de quelques centaines de mètres) peuvent être considérées comme formant une seule population homogène, avec des échanges génétiques entre ces différents étangs.

La différenciation génétique la plus marquée apparaît au sein de la population de Tsararogne, caractérisée par une très faible diversité génétique (**Annexe 2**). Les relations entre les différentes populations, calculées sur la base de la distance génétique, montrent que les populations de Gilamont et de Roche (et dans une moindre mesure la population du Châtelet) sont proches des individus de l'élevage privé, suggérant qu'une partie des individus captifs pourraient provenir de ces populations (ou de populations génétiquement proches mais non échantillonnées et/ou aujourd'hui éteintes) ou que ces populations seraient en partie issues de lâchers opérés à partir de cet élevage.

Les populations de Tsararogne et des Iles d'Aval apparaissent étonnamment assez proches génétiquement, mais la faible taille d'échantillons récoltés sur le second site ($n = 2$ individus) ne permet de tirer aucune conclusion.

Tableau 2 - Diversité génétique évaluée via quatre métriques: H_e = niveau d'hétérozygotie estimé; A_r = richesse allélique (basée sur deux individus diploïdes); F_{IS} = niveau de fixation des allèles au sein des populations; proportion d'allèles privés.

Site	Canton	Nombre échantillons	H_e	A_r	F_{IS}	Allèles privés
Mossières	VD	23	0.286	1.562	0.113	0.167
Gilamont	VD	19	0.272	1.528	-0.226	0.000
Roche	VD	25	0.271	1.543	-0.155	0.000
Iles d'Aval	VD	2	0.083	1.167	0	0.000
Moyenne VD			0.228	1.450		
Noyeraya	VS	30	0.257	1.511	-0.088	0.000
Châtelet	VS	13	0.250	1.550	-0.131	0.500
Mont d'Ottan	VS	28	0.165	1.349	0.17	0.000
Tsararogne	VS	36	0.005	1.009	0	0.000
Moyenne VS			0.169	1.355		
Élevage Cerutti	-	20	0.305	1.633	0.087	0.500

Finalement, l'analyse avec le programme STRUCTURE n'a pas été en mesure de trouver des affinités entre les individus et les populations, probablement dû à un nombre limité de marqueurs et la faible variabilité de ceux-ci (**Annexe 3**).

DISCUSSION

De manière générale, la diversité génétique observée est plutôt faible dans toutes les populations étudiées, avec toutefois une diversité plus importante dans les populations vaudoises par rapport aux populations valaisannes, et qui diminue à mesure que l'on remonte le cours du Rhône (**Fig. 3**). Cet appauvrissement génétique peut être interprété par différents phénomènes.

Une telle différenciation graduelle pourrait tout d'abord résulter de la dynamique historique de colonisation par le sonneur de la haute vallée du Rhône, en amont du Léman, à la suite des retraits glaciaires. La configuration génétique actuelle des populations étudiées, pour la plupart relictuelles, refléterait ainsi encore la situation qui prévalait avant le déclin de ce crapaud. Toutefois, cette diminution graduelle de la diversité génétique pourrait aussi être une simple conséquence de la fragmentation et de l'isolation progressive des populations suite à la destruction des habitats clefs et de leur perte de connectivité, particulièrement flagrante en amont du goulet de St-Maurice, au-delà duquel les populations sont plus particulièrement menacées.

C'est néanmoins dans une optique de conservation que nos résultats revêtent tout leur intérêt. Premièrement, la diversité génétique des populations valaisannes étudiées est faible à très faible, pour des raisons naturelles ou liées à l'homme. Ceci pose la question de leur survie à long terme vu leurs petites tailles et leur isolement actuel. En effet, les chances de survie d'une population sont généralement plus élevées lorsque sa diversité génétique est importante. Des opérations de supplémentation ou de translocation (par

exemple à partir de populations florissantes ou d'élevage) pourraient permettre d'y remédier. Cependant, ce type d'opération demeure délicat en raison des risques de transmission de maladies. Heureusement, les sonneurs valaisans sont, selon nos analyses, non infectés par la chytridiomycose (résultats non publiés). De telles opérations doivent toutefois tenir compte d'autres pathogènes aussi présents chez les amphibiens, tels que les ranavirus. Le risque représenté par l'ex-sanguinité («outbreeding depression») peut aussi fragiliser des populations lors de translocation: le croisement entre individus provenant de populations très différentes (de par leurs adaptations locales divergentes ou des patrimoines génétiques trop différents) pourrait produire des juvéniles non adaptés au site de lâcher, affaiblissant ainsi la population réceptrice des translocations (RALLS & al. 2013). En conséquence, tant que les populations ayant une faible diversité génétique semblent stables et pérennes, il est plus sûr de ne pas effectuer de tels apports artificiels.

Si de telles opérations clandestines ont déjà été menées en Valais, il est difficile de mesurer leur réelle contribution au statut actuel des populations. La faible diversité génétique de la population de Tsararogne pourrait indiquer un effet fondateur. Cerutti a reconnu récemment y avoir relâché des individus de son élevage (com. pers.). Cette population étant installée dans des suintements de versants (pertes d'eau d'un bisse se déversant en partie dans des gouilles récemment aménagées), personne n'est en mesure de dire si le sonneur existait autrefois sur ce site ou si cette population a été créée de toute pièce. Pour les autres sites échantillonnés, l'effet d'éventuels lâchers est loin d'être clair: Les analyses génétiques tendent à démontrer que si des sonneurs issus de captivité ont été relâchés dans certains sites, ceux-ci n'ont pas contribué de façon décisive à en améliorer la diversité génétique. Des lâchers à partir de, ou des prélèvements pour cet élevage, sont par contre possibles dans les populations vaudoises ou limitrophes, étant donné la proximité génétique entre les sonneurs captifs et ceux des populations de Gilamont et de

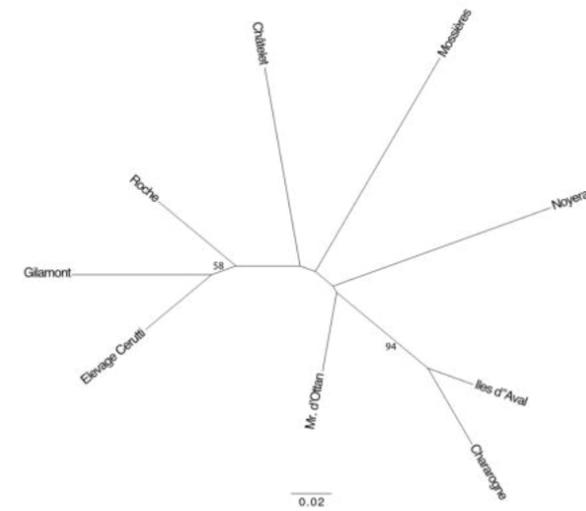


Figure 4 - Représentation phylogénétique des liens entre les différentes populations, estimés à partir de la distance génétique calculée selon la méthode de CAVALLI-SFORZA & EDWARDS (1967). Les valeurs indiquées représentent les deux seuls branchements significatifs, soit ceux dont les valeurs sont supérieures à 50% (technique du bootstrapping, n = 1000 itérations).

Roche (**Fig. 4**). Cette interprétation (lâchers peu nombreux et/ou peu efficaces) est corroborée par l'observation d'une baisse graduelle de la diversité génétique lorsque l'on remonte la Vallée du Rhône (**Fig 3**).

Il est donc clair que c'est sur la mise en place de mesures visant à préserver et améliorer l'habitat des populations résiduelles, ainsi que sur leur mise en réseau que devraient se focaliser tous les efforts de conservation et de gestion. Si ceci représente un réel défi dans la plaine du Rhône où l'utilisation moderne du sol crée autant de barrières quasiment infranchissables (agglomérations, zones artisanales et industrielles, cultures intensives, réseau de routes, etc.), il faut continuer à revaloriser les zones humides, comme déjà mis en œuvre en maints endroits de la plaine, en veillant à y créer des habitats ad hoc pour le sonneur à ventre jaune (ZANINI & COTTING 2014, FOURNIER 2017, ZANINI 2017, ZANINI & EVEQUOZ 2018). Dans cette optique, des opérations de supplémentation et de translocation ne seraient à envisager qu'en ultime recours, là où la connectivité n'aurait pas pu être

réinstaurée en raison d'une trop forte emprise humaine sur le territoire et là où la création de populations pérennes est garantie par la protection de l'habitat à long terme (réserve naturelle, zones protégées, etc...).

Une stratégie d'augmentation de l'offre en habitats et d'amélioration de leur connectivité a déjà été définie pour la plaine du Rhône (MARCHESI & ZANINI 2009a,b, MARCHESI & ZANINI 2010, MARCHESI 2012). Elle consiste d'une part à augmenter la capacité d'accueil au sein des populations relictuelles, ce qui passe forcément par des mesures de gestion pour augmenter les surfaces d'habitat favorable. Le sonneur est une espèce pionnière préférant les gouilles temporaires pour se reproduire (évitement de la prédation) et peu végétalisées, l'un accompagnant souvent l'autre. La grande difficulté est ici de maintenir une dynamique d'habitat suffisante pour disposer en permanence de milieux humides pionniers, comme le fait un système alluvial naturel. Souvent, les gouilles créées pour les sonneurs perdent leur attractivité quelques d'années après leur création. Il faut ici trouver des solutions ingénieuses pour proposer à l'espèce des milieux humides propices à moyen et à long terme en limitant au minimum les interventions de gestion nécessaires au maintien d'un habitat propice. Ainsi, la création de gouilles réduisant la colonisation par la végétation palustre semble essentielle. Il faut d'autre part multiplier les milieux favorables au sonneur entre les sites encore habités, en créant de véritables têtes de pont («stepping stones») pour permettre la dispersion de ce petit crapaud. Les analyses de MARCHESI & ZANINI (2009a, 2010) montrent où ces zones nodales clefs devraient être recrées en priorité. La conjonction de ces deux mesures (augmentation de la capacité d'accueil des populations actuelles; amélioration de la connectivité des sites ad hoc dans une perspective métapopulationnelle) sont les deux piliers de l'action visant à assurer la pérennité du sonneur à ventre jaune en Valais. Ils permettraient d'augmenter les effectifs et limiteraient les risques d'extinction locale suite à une destruction de sites ou des phénomènes stochastiques. En conclusion, la diversité génétique observée au sein des

populations de sonneurs étudiées montre que sa situation est préoccupante en Valais. Il est important de poursuivre et de renforcer les mesures de conservation de l'espèce mises en place ces dernières années sous l'égide du Service cantonal des forêts, des cours d'eau et du paysage qui semblent commencer à payer leurs fruits, notamment dans le Bas-Valais où des sites nodaux d'importance capitale pour l'espèce abritent de grandes à très grandes populations (PELLET & al. 2012, COTTING & ZANINI 2016a, EVEQUOZ & ZANINI 2018). En ce qui concerne le Valais central, le suivi et l'entretien de bacs de reproduction (JAGGI 2010) a également permis de localiser deux nouvelles populations de sonneur à ventre jaune qui semblaient éteintes (COTTING & ZANINI 2016b). Ces découvertes inopinées indiquent soit que des populations relictuelles ont réussi à survivre ici ou là en Valais central, soit que des introductions clandestines ont eu lieu au-delà de ce qui nous est connu. La longévité du sonneur étant élevée et son système de reproduction étant de type «pulse» (années avec forte reproduction efficace et années sans reproduction efficace; voir CAYUELA & al. 2019), la résilience de cette espèce à la dégradation de son habitat pourrait être plus élevée que nous le pensons. Dans cette éventualité, l'avenir du sonneur à ventre jaune en Valais central pourrait s'avérer moins incertain qu'il n'y paraît.

REMERCIEMENTS

Cette étude, réalisée entre 2013 et 2015 en partenariat entre le bureau d'études Drosera, les Universités de Bâle et de Berne et le karch a été soutenue financièrement par le Service cantonal des forêts, des cours d'eau et du paysage du Valais, ainsi que par la Fondation Ignace Mariétan de La Murithienne. Nous les en remercions vivement. Nos chaleureux remerciements vont également à Pierre-Louis Cerutti qui nous a fait part de ses nombreuses connaissances sur les sonneurs et nous a permis d'accéder à son élevage pour nos échantillonnages. Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont fait part de leurs observations et de

leur expérience sur le sonneur en Valais et en Suisse depuis de très nombreuses années. Finalement, nous remercions aussi Paul Marchesi qui nous a trop tôt quittés; sans lui ce projet n'aurait pu voir le jour. Il a consacré sa vie à l'étude et la sauvegarde de la biodiversité en Valais, notamment de ce petit crapaud qu'il affectionnait tant. Cet article lui est donc dédié.

BIBLIOGRAPHIE

- CAVALLI-SFORZA, L. L. & A. W. F. EDWARDS 1967. Phylogenetic analysis. Models and estimation procedures. *American Journal of Human Genetics* 19: 233-257.
- CAYUELA, H., S. S. CRUICKSHANK, H. BRANDT, A. OZGUL & B. R. SCHMIDT 2019. Habitat-driven life history variation in an amphibian metapopulation. *Oikos* 00: 1-12, 2019.
- COTTING, S. & F. ZANINI 2016a. *Bilan du Monitoring des batraciens dans le Bas-Valais et Valais Central de 2013 à 2015*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et du paysage, Sion.
- COTTING, S. & F. ZANINI 2016b. *Investigation sur la présence du sonneur à ventre jaune en Valais: Suivi et entretien des bacs en 2015*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et du paysage, Sion: 11 pp. + annexe.
- DIXO, M., J. P. METZGER, J. S. MORGANTE & K. R. ZAMUDIO 2009. Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the Brazilian Atlantic Coastal Forest. *Biological Conservation* 142: 1560-1569.
- EVEQUOZ, N. & F. ZANINI 2018. *Monitoring des batraciens dans le Valais romand de 2016 à 2019. Compte rendu 2018*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts, des cours d'eau et du paysage. Sion: 16 pp. + annexe
- FALUSH, D., M. STEPHENS & J. K. PRITCHARD 2007. Inference of population structure using multilocus genotype data: dominant markers and null alleles. *Molecular Ecology Notes* 7: 574-578.
- FOURNIER, J. 2017. *Etude du projet et suivi des travaux d'aménagement de mares à sonneur à Vernayaz*. Rapport du bureau Drosera SA. WWF.

- GOUDET, J. 1995. FSTAT (Version 1.2): A computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity* 86: 485-486.
- HAUSWALDT, J. S., C. SCHRODER & R. TIEDEMANN 2007. Nine new tetranucleotide microsatellite markers for the fire-bellied toad *Bombina orientalis*. *Molecular Ecology Notes* 7: 49-52.
- JAGGI, V. 2010. *Potential de colonisation de milieux artificiels et efficacité comparée de ces mesures pour le sonneur à ventre jaune*. Commune de Jussy, Gy et Presinge (GE). Thèse de Bachelor, HEPIA Lullier: 43 pp.
- LANGELLA, O. 1999. Populations v1.2.28. Version v1.2.28: available at <http://bioinformatics.org/~tryphon/populations/>.
- MARCHESI, P. & F. ZANINI 2009a. *Plan d'action batraciens Valais*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et du paysage, Sion: 74 pp. + annexes.
- MARCHESI, P. & F. ZANINI 2009b. *Recherche de la présence du sonneur en Valais central en 2009*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et du paysage, Sion: 10 pp. + annexes.
- MARCHESI, P. & F. ZANINI 2010. *Plan d'action sonneur en Valais central. Monitoring 2010*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et du paysage, Sion: 10 pp. + annexes.
- MARCHESI, P. 2012. *Réseau et monitoring des batraciens dans le Chablais (Martigny-Port-Valais)*. *Compte rendu 2012*. Rapport du bureau Drosera SA. Service des forêts et du paysage, Sion: 9 pp. + annexes.
- MERMOD, M., S. ZUMBACH, A. BORGULA, E. KRUMMENACHER, B. LÜSCHER, J. PELLET & B. R. SCHMIDT 2010. *Notice pratique pour la conservation du sonneur à ventre jaune Bombina variegata*. Centre de coordination pour la protection des amphibiens et reptiles de Suisse (KARCH), Neuchâtel.
- NEI, M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist* 106: 283-292.
- SCHMIDT, B. R. & S. ZUMBACH 2005. *Liste Rouge des amphibiens menacés en Suisse*. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEP) & KARCH, Berne.
- PEAKALL, R. & P. E. SMOUSE 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes* 6: 288-295.
- PELLET, J., A. BORGULA, J. RYSER & S. ZUMBACH 2012. *Inventaire*

- fédéral des sites de reproduction de batraciens d'importance nationale. Evaluation des sites de reproduction de batraciens et définition des seuils nationaux*. OFEV: 7 pp.
- PRITCHARD, J. K., M. STEPHENS & P. DONNELLY 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.
- RALLS, K., R. FRANKHAM & J. D. BALLOU 2013. Inbreeding and outbreeding. In S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of biodiversity* (2nd ed., pp. 245-252). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- REY, A., B. MICHELLOD & K. GROSSENBACHER 1986. Inventaire des batraciens du Valais. Situation en 1985. *Bull. Murith.* 103/1985: 3-38.
- ROUSSET, F. 1997. Genetic differentiation and estimation of gene flow from f-statistics under isolation by distance. *Genetics* 145: 1219-1228.
- STUCKAS, H. & R. TIEDEMANN 2006. Eight new microsatellite loci for the critically endangered fire-bellied toad *Bombina orientalis* and their cross-species applicability among anurans. *Molecular Ecology Notes* 6: 150-152.
- VAN OOSTERHOUT, C., W. F. HUTCHINSON, D. P. M. WILLS & P. SHIPLEY 2004. MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes* 4: 535-538.
- ZANINI, F. 2006. *Amphibian conservation in human shaped environments: landscape dynamics, habitat modeling and metapopulation analyses*. Thèse EPFL n° 3635, Lausanne: 180 pp.
- ZANINI, F. & S. COTTING. 2014. *Site à batraciens d'importance cantonale de Chararogne (VS 793)*. *Compte rendu du suivi des mesures de revitalisation*. Rapport du bureau Drosera SA. SFCEP.
- ZANINI, F. 2017. *Site à batraciens d'importance nationale de Malévoz (VS 476)*. *Compte rendu du suivi des mesures de revitalisation*. Rapport du bureau Drosera SA. SFCEP.
- ZANINI, F. & N. EVEQUOZ. 2018. *Décharge du Châtelet: suivi des travaux de réalisation des nouvelles mares pluviales*. Rapport du bureau Drosera SA. SATOM.

ANNEXES

Annexe 1 : Détail des méthodes utilisées

Des échantillons buccaux ont été prélevés sur 196 crapauds sonneurs provenant de 4 populations vaudoises, 4 populations valaisannes et des individus de l'élevage Cerutti. L'ADN a été extrait à l'aide du kit Qiagen DNeasy Blood and Tissue (Qiagen) selon le protocole fourni par le producteur. Sept locus microsatellites (Bobom5F, Bobom8A, Bobom9H, Bobom10F, BobomF2, BobomF22, BobomB13) développés par STUCKAS & TIEDEMANN (2006) et HAUSWALDT & al. (2007) ont été amplifiés par PCR pour déterminer la diversité génétique au sein des différentes populations. Les conditions PCR ont été légèrement adaptées par rapport aux conditions suggérées par STUCKAS & TIEDEMANN (2006) et HAUSWALDT & al. (2007). Les produits PCR ont ensuite été regroupés, analysés sur séquenceur (AB3130xl Applied Biosystems) et visualisés grâce à des primers fluorescents et à l'aide du logiciel PEAKSCANNER 1.0 (Applied Biosystem). Afin d'éliminer les loci pouvant contenir des allèles nuls (lesquels peuvent poser des problèmes lors de l'analyse), un test a été effectué avec MICROCHECKER v 2.2.2 (VAN OOSTERHOUT & al. 2004). Un éventuel lien entre les différents marqueurs génétiques ou un déséquilibre de Hardy-Weinberg a été testé avec FSTAT 2.9.3.2 (GOUDET 1995) sur la base de 1000 permutations. La diversité génétique (mesurée par la richesse allélique) a aussi été calculée avec FSTAT. La recherche d'allèles rares ou uniques au sein d'une population a été effectuée avec GenAIEx 6.5 (PEAKALL & SMOUSE 2006). Les statistiques F ont été utilisées pour évaluer le degré

de fixation (F_{IS}) et la différenciation génétique entre les différentes populations (F_{ST}) et testées statistiquement sur la base de 1000 permutations. Afin de visualiser les relations génétiques entre les différentes populations, une reconstruction phylogénétique a été réalisée à partir des distances génétiques calculées selon CAVALLI-SFORZA & EDWARDS (1967) et mise en forme avec POPULATIONS (LANGELLA 1999). Le support des différentes branches a été testé avec 1000 bootstraps. Finalement, la structure entre les différentes populations a été évaluée à l'aide d'une méthode cherchant à regrouper des individus ayant des similarités génétiques avec STRUCTURE 2.3.4 (PRITCHARD & al. 2000; FALUSH & al. 2007). Cette approche bayésienne a été testée avec un nombre de clusters (K) compris entre 1 et 10, avec 10 simulations pour chaque valeur de K et avec 600'000 simulations précédées par 300'000 simulations-tests.

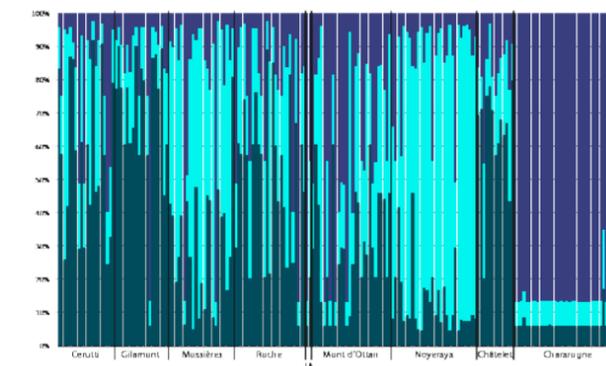
Au niveau géographique un test d'isolation par la distance (IBD) a été conduit selon la méthode décrite par ROUSSET (1997) en comparant la différenciation génétique corrigée ($F_{ST} / (1 - F_{ST})$) avec le log de la distance géographique à l'aide d'un test de Mantel (analyse conduite avec FSTAT, et la valeur de p a été déterminée par 10'000 randomisations). De plus, afin de tester si la diversité génétique observée pouvait être expliquée par la recolonisation post-glacière le long du Rhône, la position géographique de chaque population a été reportée le long du fil du Rhône, celui-ci servant de «ligne de référence». Le point 0 a été placé à la fin du Lac Léman côté Genève. Cette distance a été comparée par régression linéaire avec la richesse allélique.

Annexe 2:

	Gilamont	Mossières	Roche	Iles d'Aval	Mont D'Ottan	Noyeraya	Châtelet	Tsararogne
Cerutti	0.0102	0.1117	0.0143	0.0584	0.0669	0.1488	0.0442	0.4307
Gilamont		0.1779	0.0972	0.2022	0.1658	0.222	0.1514	0.5271
Mossières			0.1707	0.0768	0.1784	0.1238	0.1445	0.4354
Roche				0.0724	0.0614	0.1686	0.033	0.3937
Iles d'Aval					-0.0516	0.1322	0.0689	0.5475
Mt. D'Ottan						0.1533	0.079	0.3433
Noyeraya							0.2058	0.4475
Châtelet								0.5231
Tsararogne								

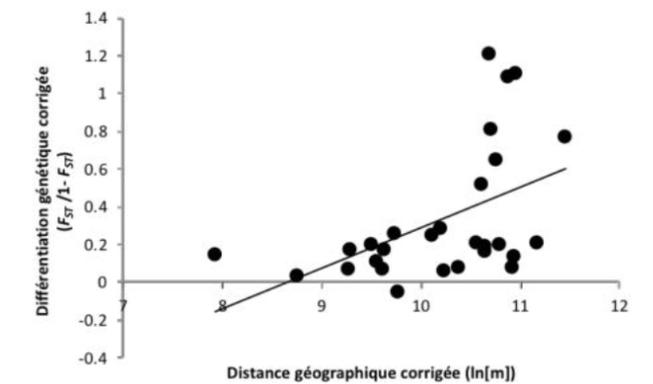
Niveau de différenciation entre les différentes populations (F_{ST}) calculé avec FSTAT 2.9.3.2 (GOUDET 1995). En gras, les différences statistiquement significatives.

Annexe 3:



Résultats de l'analyse avec STRUCTURE 2.3.4 (PRITCHARD & al. 2000; FALUSH & al. 2007); les simulations indiquent que le nombre de clusters le plus probable est 3 (résultat présenté ici: K=3). Chaque couleur représente un cluster différent, et chaque colonne représente 1 individu. IA correspond à la population d'Iles d'Aval.

Annexe 4:



Comparaison entre la distance géographique (corrigée par le logarithme naturel) et la différenciation entre les populations (corrigée par $F_{ST} / (1 - F_{ST})$) selon la méthode décrite par ROUSSET (1997) et calculé avec le programme FSTAT (GOUDET 1995). Chaque point correspond à un couple de populations. $R^2 = 0.239$; $p = 0.0083$.

CARDAMINE MATTHIOLI MORETTI : SYSTÉMATIQUE ET CHOROLOGIE - SAUVEGARDE D'UNE ESPÈCE RARE RÉCEMMENT DÉCOUVERTE EN VALAIS ET DÉJÀ MENACÉE

CHARLY REY & SABINE REY - CARRON¹

Bull. Murithienne 136/2018: 43-82

En hommage au professeur † Elias Landolt

De la famille des Brassicaceae, *Cardamine matthioli* Moretti fait partie de l'agrégat des espèces de *Cardamine pratensis* comme *C. pratensis* L., *C. rivularis* auct., *C. dentata* Schult., *C. udicola* Jord. et *C. nemorosa* Lej. À Turtmann (Valais), elle pousse dans des prairies de fauche de plaine (*Arrhenatherion elatioris* W. Koch 26) périodiquement inondées par l'irrigation. Observée dès 2009, cette espèce rare de Suisse, connue que du Tessin, fut menacée par la construction d'une route. Dès lors, un projet cantonal de sauvegarde soutenu par Info Flora fut entrepris. Il visait à transplanter des cardamines vouées à disparaître et à les multiplier à deux reprises afin de renforcer les populations naturelles. L'étude de sa biologie et de son écologie facilita l'élevage. Des contrats d'exploitation conclus avec deux agriculteurs visent le maintien de l'arrosage traditionnel par bisses, la fauche printanière tardive permettant la maturité et la dissémination des semences et la fumure modérée.

***Cardamine matthioli* Moretti: Systematik und Chorologie-Erhaltung einer im Wallis kürzlich entdeckten seltenen Art, die aber bereits gefährdet ist.** *Cardamine matthioli* Moretti, aus der Familie der Brassicaceae, ist Teil des Aggregats *Cardamine pratensis* welches Arten wie *C. pratensis* L., *C. rivularis* auct., *C. dentata* Schult., *C. udicola* Jord. und *C. nemorosa* Lej. enthält. Bei Turtmann (VS) wächst sie in periodisch bewässerten Talfettwiesen (*Arrhenatherion elatioris* W. Koch 26). Die für die Schweiz seltene Art war nur im Tessin bekannt und wurde 2009 im Wallis entdeckt, kurz bevor sie durch den Bau einer Strasse gefährdet wurde. Der Kanton, unterstützt durch Info Flora, leitete ein Artenschutzprojekt ein. Ziel war es, jene Pflanzen, die wegen der Strasse verschwinden würden, zu versetzen und für künftige Verstärkungen der Population zu vermehren. Dazu wurden Vermehrungsbiologie und Lebensraumansprüche untersucht. Bewirtschaftungsverträge mit den beiden betroffenen Landwirten sollen weiterhin den traditionellen Unterhalt, die Bewässerung mit Suonen, eine späte Mahd im Frühjahr zur Förderung der Samenreife und Verbreitung sowie eine moderate Düngung sicher stellen.

Extended English summary at the end.

Mots clés:

Cardamine matthioli, Arrhenatherion, prairies grasses de fauche de plaine, bisses, Valais, Turtmann, irrigation par inondation, sauvegarde

Schlüsselwörter:

Cardamine matthioli, Arrhenatherion, Talfettwiesen (Fromentalwiese), Suonen, Wallis, Turtmann, Bewässerung durch Überflutung, Erhaltung

Keywords:

Cardamine matthioli, Arrhenatherion, lowland fat hay meadows, Bisses or historic irrigation channels, Valais, Turtmann, Irrigation by flooding, conservation

¹Route d'Antzère 2, 1964 Conthey

INTRODUCTION

La découverte le 23 avril 2009 dans une prairie de Turtmann d'une nouvelle espèce pour le Valais, *Cardamine matthioli*³ Moretti³, une cardamine des prés à fleurs blanches (**Fig. 1a**), a été le point de départ d'une étude biologique et écologique et d'un projet de conservation. En effet, en Suisse, les rares stations tessinoises et haut-valaisannes sont aujourd'hui fortement menacées d'extinction. À Turtmann, la construction d'une route au milieu des prairies concernées et les nouvelles pratiques agricoles allaient entraîner la disparition de cette espèce, tout juste découverte. Informés, le professeur Elias Landolt, puis Info Flora et le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais se sont concertés et ont décidé de soutenir une action concrète de sauvegarde de cette espèce dans les prairies en question. Un projet de conservation nous a été confié en 2013, pour une durée de 5 ans. D'une part, nous avons étudié différents paramètres de botanique tels que la littérature, les herbiers, la systématique, la biologie, l'écologie, la distribution et le climat. D'autre part, nous avons transplanté les cardamines de Matthioli qui allaient être détruites par la future route et opté pour deux multiplications à partir de semences locales, afin de renforcer les populations dans les deux prairies concernées et d'augmenter la présence de cette espèce grâce à des plantations dans de nouveaux sites.



Figure 1a - *Cardamine matthioli*, lors de sa découverte dans la prairie de fauche de l'agriculteur A de Turtmann, le 22 avril 2009. Les deux populations de plantes fleuries correspondent aux deux gouilles d'arrosage par inondation. Photo Sabine & Charly Rey

consulté en 2011 avec son conservateur Reto Nyffeler. La seule part de *Cardamine matthioli* conservée a été récoltée le 22 mai 1875 près de la Porte du Scex par le Chanoine Emile Favre (1834-1905). Celle-ci a été révisée en 1974 par Landolt comme *C. dentata* (syn. *C. palustris*). Une part de *C. pratensis* du Chanoine Gaspard Delasoie (1818-1877), récoltée en mai vers 1870 à Troistorrens, a aussi été revue par Landolt comme *C. udicola*. Nous avons pu admirer des parts magnifiquement conservées de *Cardamine pratensis*, l'une de Ferdinand Othon Wolf (1838-1906), prélevée à Saxon en mai 1880 et l'autre de Philippe Farquet (1883-1945), récoltée à la Porte du Scex le 8 avril 1912. Cette dernière, au vu des feuilles basales dentées et pétiolulées, correspond cependant

CONSULTATION DES HERBIERS ET DE LA LITTÉRATURE

Dans les années 1970, le professeur Elias Landolt a entrepris des études sur l'agrégat des espèces de *Cardamine pratensis* à la lumière des caractères morphologiques et cytologiques. Lors de ses travaux en 1974, il a procédé à la révision de nombreuses parts d'herbier se trouvant dans les Herbarium, notamment de Lausanne et de Zurich ETHZ (URBANSKA-WORYTKIEWICZ & LANDOLT 1974b) où figure l'Herbier des Chanoines du Grand-St-Bernard. Nous l'avons

² de Pierandrea Mattioli (1500-1577), médecin et botaniste de Sienna, auteur de *Commentarii, in Libros sex Pedacii Dioscoridis Anazarbei, de Materia Medica* publié en 1554 et traduit en français par Jean des Moulins en 1572 [une des premières oeuvres botaniques de l'Epoque Moderne selon PIGNATTI (1982)]

³ de Giuseppe Moretti (1782-1853), botaniste et agronome italien de Pavie

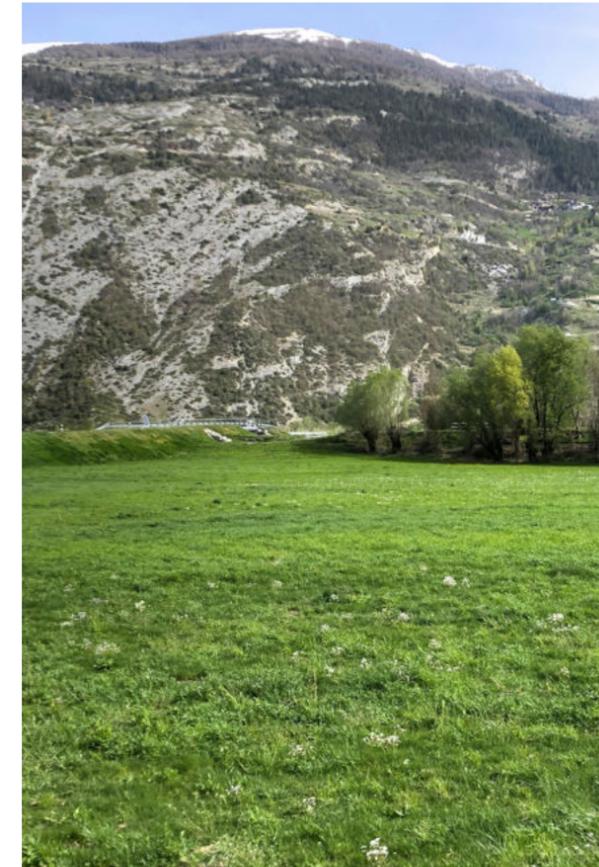


Figure 1b - Dix ans après, soit le 22 avril 2019, le nombre de plantes fleuries de *Cardamine matthioli* a fortement diminué, malgré les plantations de 2015 et de 2017. Photo S. & Ch. Rey

à *Cardamine dentata* comme celle récoltée par Emile Favre au même endroit 37 ans plus tôt. Nous avons également passé en revue les autres parts d'herbier de *Cardamine matthioli* de l'ETHZ, notamment celle récoltée au Tessin, par Firmin Jaquet, près du lac de Muzzano, le 20 mai 1917, celle d'Ernest Landolt, de Rivera, le 2 mai 1895, celle du Lido d'Ascona, de l'herbier Ernst Sulger Büel, en 1950, et celle d'Elias Landolt, au bord du lac d'Origlio, le 4 mai 1998.

Un seul exemplaire valaisan de *Cardamine matthioli*, récolté par E. Chevallier le 18 mai 1863 dans un marais du Bouveret près de la gare, a été trouvé en 2019 à l'herbier des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. D'après les

folioles pétiolulées des feuilles basales, il s'agit pourtant de *C. dentata*. Pour le canton de Vaud et de la région de Bex en particulier, l'herbier de Genève recèle plusieurs parts d'herbier étiquetées *C. matthioli*, mais qui n'en sont pas. Lors de notre visite en avril 2019, nous avons pu constater que ces échantillons ont été partiellement revus d'une part par Otto Eugen Schulz en 1902 qui rattache les *Cardamine udicola* à *C. hayneana* (syn. *matthioli*). D'autre part, Judita Lihová⁴ a confirmé en 2002 l'authenticité des échantillons de *C. matthioli* des CJBG provenant du Tessin, de la plaine du Pô (Torino, Verona), d'Autriche et des pays balkaniques, suite aux résultats des recherches bio-moléculaires (MARHOLD & al. 2004).

Début 2019, nous avons passé en revue les parts de l'herbier suisse du Musée botanique de Lausanne de *Cardamine pratensis* et de ses sous-espèces avec la collaboration du conservateur Christophe Randin. Sur la cinquantaine de parts consultées, seules celles récoltées à la fin du 19^e siècle au Tessin par Auguste Koch (1819-1900), Alban Voigt, Jean Muret (1799-1877) et Louis Favrat (1827-1893) sont de vraies *Cardamine matthioli*, autrefois nommées aussi *C. hayneana*. Les nombreuses plantes de *Cardamine matthioli* récoltées dans les marais d'Entreraches (VD) et dans la plaine du Rhône près d'Aigle (VD) sont en réalité toutes des *Cardamine udicola*, dont la plupart ont du reste été révisées par Landolt en 1974. Nous n'avons pas trouvé de parts d'herbier de la région valaisanne du Guercet (Martigny) et de Charrat, localités signalées par JACCARD en 1895. Ces sites au pied du coteau de l'ubac, au climat continental, auraient pu receler à l'époque *Cardamine matthioli*, et ce d'autant que, hormis les zones humides présentes autrefois dans la région, un bisse [meunière (rigole) de colmatage] servait probablement à l'arrosage des quelques prairies de plaine (Carte Siegfried 1900). En effet, la situation géographique et hydrologique de cette zone présente une analogie avec celle de Turtmann. Au Guercet, à l'heure actuelle, les zones habitées se sont étendues au détriment de l'agriculture. À l'ouest de Charrat,

⁴ devenue par mariage Zozomová-Lihová

quelques prairies naturelles irrigables existent encore, mais nous n'y avons pas trouvé de cardamine.

Quant à l'observation de *Cardamine matthioli* de Denis Coquoz à l'Alpe de Pépinet sur Montana citée par BECHERER (1956), aucune part n'a été trouvée dans son herbier au Musée de la nature de Sion. À cette altitude, il est vraisemblable qu'il s'agisse plutôt de *Cardamine rivularis*.

En Italie, nous avons pu consulter des parts d'herbier de *Cardamine hayneana* (aujourd'hui *C. matthioli*) de Roberto Ferranti et de Giancarlo Donadelli à l'Erbario Museo Civico di Storio Naturale di Morbegno (Valtellina).

La littérature botanique ancienne et contemporaine consultée va de HALLER (1769) avec «*Nomenclator ex Historia plantarum indigenarum Helvetiae excerptus*» à LAUBER & al. (2018) avec la 5^e éd. de Flora Helvetica, soit MURITH (1810), GAUDIN (1829), COMOLLI (1847), d'ANGREVILLE (1862), REUTER (1861), RION (1872), SCHUR (1885), GREMLI (1886), JACCARD (1895), SCHULTZ (1903), SCHINZ & KELLER (1905), VACCARI (1904-1911), HEGI (1915; 1986), PERRIER DE LA BATHIE (1917), BINZ & THOMMEN (1941), BECHERER (1956), TUTIN & al. (1964), HESS, LANDOLT & HIRZEL (1977, 1980), WELTEN & SUTTER (1982), PIGNATTI (1982), GUINOCHET & VILMORIN (1982), FOURNIER (1990), CHARPIN & JORDAN (1992), AESCHIMANN & BURDET (1994), ROTHMALER (1994), ADLER & al. (1994), PAROZ & DUCKERT-HENRIOD (1998), KÄSERMANN (1999, 2001), AESCHIMANN & al. (2004), LAUBER & WAGNER (2007), EGGENBERG & MÖHL (2008), LANDOLT & al. (2010), THEURILLAT & al. (2011), LAUBER & al. (2012; 2018) TISON & DE FOULCAULT (2014), EGGENBERG & al. (2018).

Cette littérature a été complétée par les articles sur les recherches de l'agrégat des espèces de *Cardamine pratensis*, dans les pays balkaniques et en Suisse, du Prof. Karol Marhold de l'Institut botanique de l'Académie des sciences de Bratislava, transmis lors d'une rencontre en mai 2014.

ASPECTS BOTANIQUES

De la famille des *Brassicaceae*, le genre *Cardamine*⁵, largement répandu sur les différents continents, comprend plus de 200 espèces (MARHOLD & al. 2018). La cardamine de Matthioli (*Cardamine matthioli* Moretti) fait partie de l'agrégat des espèces de la cardamine des prés (*Cardamine pratensis* aggr. sensu Lauber), comme le sont aussi *C. pratensis* Linné (Pl. Ia), *C. dentata* Schultes (Pl. If, Ig), *C. rivularis* auct. non Schur (Pl. Ib, Ic), *C. udicola* Jordan et *C. nemorosa* Lejeune selon MARHOLD (1994) et LAUBER & al. (2018). Leur différenciation a posé parfois dans le passé, et encore actuellement, des difficultés d'identification aux botanistes, tant leurs caractères morphologiques (feuilles, fleurs et siliques) varient dans leur propre population. De nombreuses variétés ou formes ont été décrites (SCHUR 1885, SCHULZ 1903, HEGI 1915, LÖVKVIST 1956, MARHOLD 1994 et 2000). Les travaux cytologiques et caryologiques ont mis en évidence la polyploïdie naturelle de l'espèce, montrant une variation du nombre de chromosomes selon les régions de son aire de répartition en Europe et selon des facteurs écologiques. Du nombre de chromosomes en phase diploïde $2n=16$, *Cardamine pratensis* au sens large peut, par mutation, atteindre plusieurs niveaux de polyploïdie soit triploïde avec $2n=24$, tétraploïde avec $2n=32$, hexaploïde $2n=48$ (LANDOLT & URBRANSKA-WORYTKIEWICZ 1972, MARHOLD 1994, FRANZKE & HURKA 2000) et même jusqu'à dodécaploïde $2n=96$ (LÖVKVIST 1956), d'où les nombreuses formes susmentionnées.

Notons qu'actuellement, Marhold (com. pers.) ne considère pas *Cardamine rivularis* auct., *Cardamine nemorosa* et *C. udicola* comme des espèces distinctes, mais les rattache à *C. pratensis* au sens strict.

Pour faciliter l'approche nomenclaturale des espèces de l'agrégat de *C. pratensis*, nous présentons dans l'encadré de la page 47 la clé dichotomique de détermination de LAUBER &

CLÉ DE DÉTERMINATION DE L'AGRÉGAT DE *CARDAMINE PRATENSIS* EN SUISSE

selon Flora Helvetica 5e édition (LAUBER & al. 2018) et
Flora Helvetica Guide d'excursions (EGGENBERG & al. 2018), complétée

- 1 Pétales longs de 12-19 mm; feuilles basales à folioles latérales distinctement pétiolulées et faiblement dentées. Plante des marais et des rives *C. dentata* Schult.
- Pétales longs de 6-12 mm; feuilles à folioles latérales sessiles. 2
- 2 Siliques larges au maximum de 1 mm; poils apprimés vers l'avant (forte loupe) sur le rachis et les nervures des folioles des jeunes feuilles basales; folioles inférieures des feuilles basales arrondies et légèrement orientées vers le bas; plante généralement rougeâtre avant la floraison et ramifiée dès la base; pétales blancs *C. matthioli* Moretti
- Siliques larges de 1-1.5 mm; folioles inférieures des feuilles basales aigües et étalées horizontalement ou légèrement orientées vers le haut; pétales lilas, roses ou blancs. 3
- 3 Feuilles caulinaires inférieures à 2-6 paires de folioles. 4
- Feuilles caulinaires inférieures à 4-10 paires de folioles. 5
- 4 Foliole terminale des premières feuilles basales ne dépassant généralement pas 1.8 cm de largeur; feuilles basales à 1-6 paires de folioles; poils étalés (90°) sur le rachis des feuilles basales (forte loupe); style épais de 0.3-0.6 mm; siliques larges de 1.1-1.3 mm *C. pratensis* L.
- Foliole terminale des premières feuilles basales large, dépassant souvent 1.8 cm; feuilles basales à 0-5 paires de folioles; style épais de 0.5-0.8 mm; siliques larges de 1.3-1.6 mm *C. nemorosa* Lej.
- 5 Foliole terminale des dernières feuilles supérieures atteignant au maximum les ¾ de la longueur du reste de la feuille; pétales roses, exceptionnellement blancs; anthères jaunes avant la déhiscence *C. rivularis* auct.
- Foliole terminale des dernières feuilles supérieures jusqu'à 1.5 fois aussi longue que le reste de la feuille; pétales blancs ou roses *C. udicola* Jord.

⁵ *Cardamine* - ce cresson des Grecs aurait été utilisé comme sédatif cardiaque (du grec kardia = coeur et damaō = calmer) selon ADRIENSEN (2011).

al. (2018) et EGGENBERG & al. (2018), revue et complétée par nos propres observations, en tenant compte des travaux de HEGI (1986) et de MARHOLD (1994).

Cardamine matthioli (**Planche 2**) n'échappe pas non plus à la variabilité des caractères morphologiques et caryologiques, mais dans une moindre mesure. De ce fait, cette espèce porte quelques caractères stables, tels les poils apprimés des rachis et folioles des feuilles basales (**Pl. 2d**), l'abondance des ramifications (**Pl. 2a, 2f**) ou encore la faible section des siliques (**Pl. 2h, 2j**), éléments mis en évidence par la clé présentée, relevés par plusieurs auteurs (LÖVKVIST 1956, MARHOLD 1994, LIHOVÁ & MARHOLD 2003, ANČEV 2006).

La polymorphie et la polyploïdie qui touchent les espèces du genre *Cardamine* a motivé les chercheurs à conduire de nombreux travaux scientifiques dans le but de comprendre l'origine des mécanismes de modifications génétiques d'adaptation qui se sont produites au cours du temps, conduisant à la spéciation. D'abord axées sur la morphologie et l'anatomie, les recherches se sont poursuivies sur les aspects caryologiques et génétiques depuis une vingtaine d'années. Entreprises par l'équipe du professeur E. Landolt à l'ETH de Zurich (LANDOLT 1994), les travaux se sont poursuivis en Slovaquie par l'équipe du professeur K. Marhold à l'Institut botanique de l'Académie des Sciences de Bratislava et ailleurs par d'autres chercheurs (FRANZKE & HURKA 2000, CARLSEN & al. 2009). Menées principalement dans les pays balkaniques où les espèces sont les plus nombreuses, des recherches ont été et sont encore effectuées également en Suisse dans le canton d'Uri sur le plateau d'Urnerboden (1345 m/alt.) de la commune de Spiringen. Dans ce site, des hybrides naturels interspécifiques ont été mis en évidence là où *Cardamine rivularis* et *C. amara* se côtoient dans le pâturage humide ou détrempe. C'est d'abord l'hybride triploïde partiellement fertile *Cardamine x insueta* (**Pl. 1i**) Urbanska-Worytkiewicz [$2n = 24$, croisement entre *C. rivularis* ($2n = 16$) et *C. amara* ($2n = 16$)] (URBANSKA & al. 1974a, 1974b). Par la suite, cet

**Planche 1 : Autres espèces (page de droite).
Photos S. & Ch. Rey**

- a. *Cardamine pratensis*, à Hegdorn, sur Naters (Valais), le 15.04.2016
- b. *Cardamine rivularis*, Plan-de-la-Fontaine, Sanetsch, le 24.07.2013
- c. Rosette de feuilles basales de *Cardamine rivularis*, Plan-de-la-Fontaine, Sanetsch, le 24.07.2013
- d. *Cardamine amara*, près d'un bisse à Turtmann, le 5.04.2012
- e. Fleur de *Cardamine amara*, avec les anthères pourpre violet, le 23.03.2012
- f. *Cardamine dentata* en culture, provenance Champex, le 28.03.2015
- g. Feuilles de la rosette basale aux folioles pétiolulées de *Cardamine dentata*, provenance Champex, le 28.03.2015
- h. Fleurs aux anthères atrophiées et aux siliques stériles d'une plante de cardamine probablement hybride entre *C. amara* et *C. matthioli*, à Turtmann, le 29.04.2012
- i. *Cardamine x insueta*, fleurs aux anthères violettes atrophiées, en culture, provenance Urnerboden (Uri), le 12.04.2015
- j. *Cardamine x schulzii*, plante entière de culture, fleurs aux anthères jaunes, provenance Urnerboden (Uri), le 27.03.2015

hybride s'est croisé avec le tétraploïde *C. pratensis* ($2n = 32$ ou l'hypotétraploïde $2n = 30$) arrivé dans la zone, suite à l'intervention humaine avec le drainage opéré à la fin du 19^e siècle, suivi du pâturage, pour constituer le deuxième hybride *Cardamine x schulzii* Urbanska-Worytkiewicz avec $2n = 46$ (URBANSKA & al. 1974a, 1974b) (**Pl. 1j**). Les méthodes de séquençage génétiques de l'ADN et le séquençage avec ITS (Internal Transcribed Spacer) et analysées avec AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) permettent une



différentiation génétique plus fine et plus sûre afin d'établir le degré parental entre les espèces, ce qui facilite leur séparation et leur identification (URBANSKA & al. 1997, MARHOLD & al. 2004, MANDÁKOVÁ & al. 2013, ZOZOMOVÁ-LIHOVÁ & al. 2014, MANDÁKOVÁ 2017). Les résultats de ces travaux de recherches laissent penser que ce dernier hybride semi-fertile daterait de plus d'un siècle. Sa survie en zone marécageuse à *Carex rostrata* d'Urnerboden serait principalement assurée par sa possibilité de reproduction végétative (clonale) à partir des feuilles ou des tiges.

D'autres hybrides entre espèces de *Cardamine* sont signalés. Selon ANČEV (2006) et ANČEV & al. (2013), *Cardamine matthioli* ($2n = 16$) s'hybride dans la région de Dospat en Bulgarie (1300-1700 m/alt.) avec *C. rivularis* ($2n = 16$) dans les zones de contact entre les deux espèces, c'est l'hybride triploïde *C. x rhodopea* ($2n = 24$). D'autre part, cet auteur mentionne encore au nord-ouest de la Grèce un hybride entre *Cardamine matthioli* et *C. acris* subsp. *pindicola* (PERNY & MARHOLD 2006).

En Slovénie, LIHOVÁ & MARHOLD (2003) ont mis en évidence le lien de parenté de *Cardamine matthioli* et de *C. majóvskyi* se distinguant par une chorologie séparée. *Cardamine majóvskyi* est distribué dans la région subpannonique au nord-est du pays alors que *C. matthioli* est concentré dans les zones préalpines et pré-dinariques.

À Turtmann, nous avons trouvé une plante hybride entre *Cardamine amara* (**Pl. Id**) et *C. matthioli* (**Planche 2**), proche des parents, au bord d'un bisse où un filet d'eau coule toute l'année. Cet hybride, aux fleurs blanches avec des stigmates capités et aux anthères rouges atrophiées, s'est montré stérile (**Pl. Ih**).

Description de *Cardamine matthioli* Moretti selon LÖVKVIST (1956), HESS & al. (1977, 1980), MARHOLD (1994), LAUBER & al. (2018), EGGENBERG & al. (2018) complétée.

Planche 2: Biologie de *Cardamine matthioli* (page de droite). Photos S. & Ch. Rey

- Cardamine matthioli*, plante entière, récoltée à Turtmann, le 10.04.2012
- Rosette de feuilles basales avec la foliole terminale plus grande que les folioles latérales, Lange Luss (Basse-Autriche), le 2.05.2014
- Coloration brunâtre du feuillage, avant la floraison, Turtmann, le 7.04.2013
- Poils apprimés vers l'avant sur le rachis et les folioles; bourgeon à l'aisselle d'une foliole, le 10.03.2014
- Développement de pousses feuillées et de racines, à l'aisselle des folioles, produisant de nouvelles plantes, culture en serre, le 1.03.2014
- Plante ramifiée dès la base, fleurs aux pétales blancs, Turtmann, le 3.04.2017
- Détail des fleurs. Pétales veinés, de 11 mm de long et de 3-4 mm de large, anthères jaunes, provenance Turtmann, le 12.04.2015
- Siliques fines, érigées, étalées. Naissance de racines et de feuilles sur l'inflorescence, provenance Turtmann, le 20.05.2014
- Etat d'une plante le 5.12.2015. Celle-ci passe l'hiver au stade de rosette, supporte le givre et l'absence de soleil des prairies, en situation ubac.
- Après la floraison, élongation de siliques, provenance Turtmann, le 29.04.2012
- Les deux valves (carpelles) se détachent à la base de la silique et s'enroulent vers le haut, découvrant les graines. Seul un ovule a été fécondé, provenance Turtmann, le 17.06.2012.
- Trois akènes bien formés, de surface chagrinée, brillante, provenance Turtmann, le 17.06.2012
- Akènes sur un papier millimétré, de couleur brune à maturité, provenance Turtmann, le 31.08.2013
- Akènes flottant sur l'eau (test effectué à Conthey, en 2017)

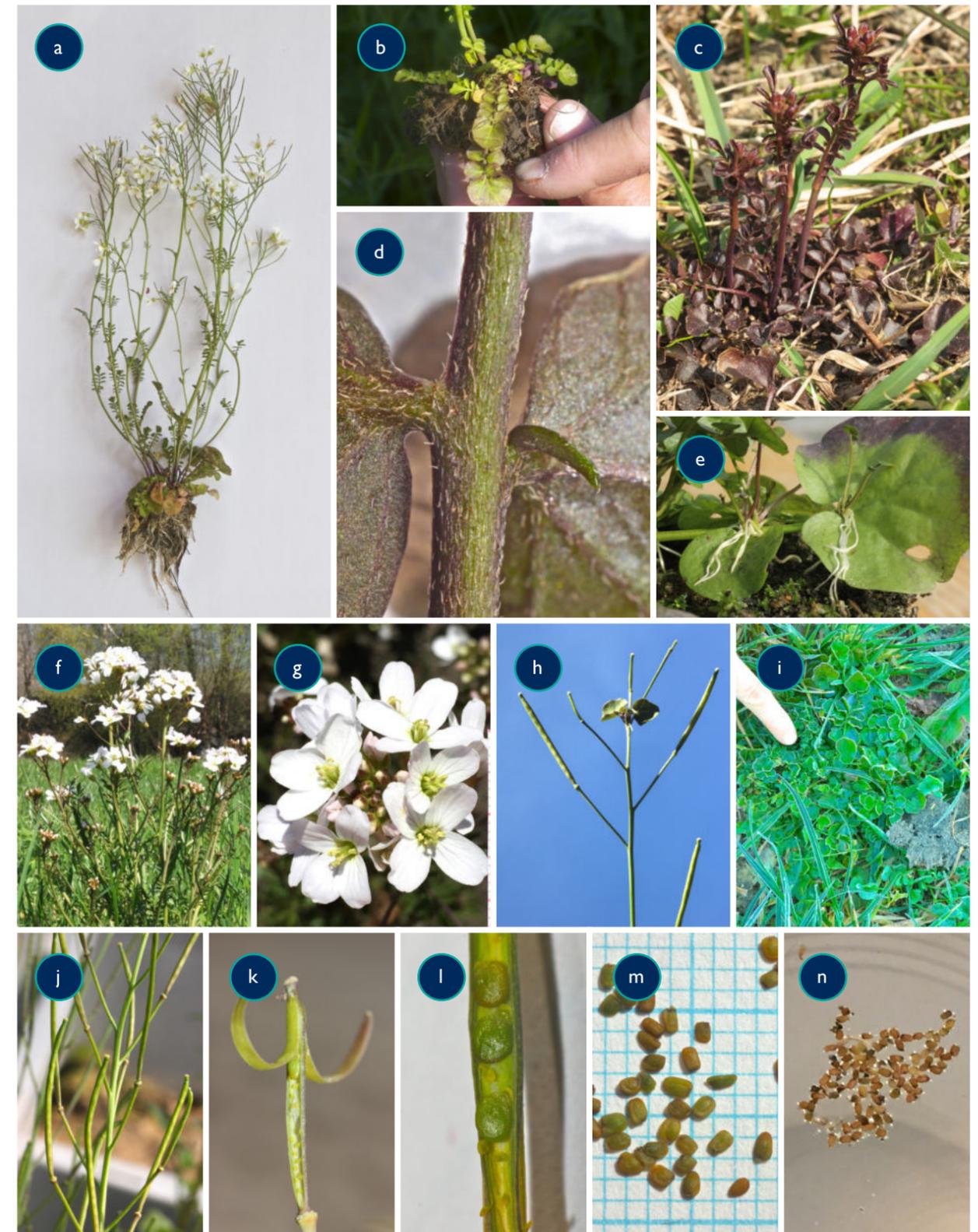




Figure 2 - Carte de répartition de *Cardamine matthioli* Moretti en Europe, en vert (Plant Database 2018). Botanical Museum, Helsinki, Finland 2018. Data from BGBM, Berlin-Dahlem, Germany.

Plante vivace de 20-50 cm (**PI. 2a**) à rhizome court. Tige érigée et le plus souvent ramifiée (**PI. 2a, 2f**), glabre. Feuilles composées (**PI. 2a, 2b**). Rachis et nervures des folioles des jeunes feuilles de la rosette basale munis de poils apprimés ± denses (**PI. 2d**). Feuilles basales parfois nulles à la floraison (**PI. 2a**), à 3-6 paires de folioles et foliole terminale généralement nettement plus grande (**PI. 2b**). Feuilles caulinaires 5-20, glabres, les inférieures à 6-14 paires de folioles oblancéolées à linéaires. Paire de folioles la plus inférieure légèrement défléchie (**PI. 2a**). Inflorescence racémeuse portant des fleurs pédicellées et étalées (**PI. 2f**). Pétales généralement blancs, obovales, longs de 5-9 (-12) mm (**PI. 2g**). Sépales longs de 2-4 mm à marges membraneuses. Six étamines (4 longues et 2 courtes). Anthères jaune pâle avant l'anthèse. Stigmate capité. Siliques fines, dressées-étalées ne mesurant que 0.5-1 mm d'épaisseur (chez les autres espèces 1-1.5 mm) et 12-34 mm de longueur (**PI. 2h, 2j**), suivant ± le même angle que les pédicelles qui s'écartent de l'axe de l'infrutescence. Akènes de forme un peu irrégulière, oblongs-arrondis (BOJNANSKY & al., 2007) à rectangulaires-arrondis, mesurant 1.0-1.3 x 0.6-0.9 mm (**PI. 2i, 2m**), légers, flottant sur l'eau (**PI. 2n**).

Floraison avril-mai (**Fig. 1**).

Chromosomes $2n = 16$.

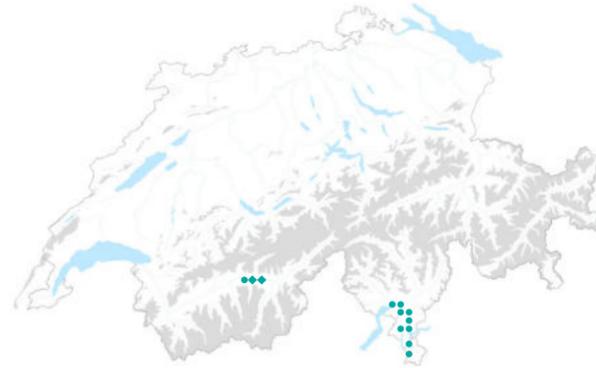


Figure 3 - Carte de répartition de *Cardamine matthioli* Moretti en Suisse, Info Flora 2019, stations naturelles (ronds) et plantations (losanges).

Synonymie

(JACCARD 1895, KERGUÉLEN 1993, EURO+ Med PlantBase 2017)

Cardamine hayneana (Rchb.) Schur

Cardamine skorpilii Velen.

Cardamine pratensis subsp. *hayneana* (Rchb.) Podp.

Cardamine pratensis var. *apetala* Neilr.

Cardamine pratensis var. *hayneana* Rchb.

Cardamine pratensis var. *micrantha* Schur

Cardamine pratensis var. *palustris* Nyar.

Cardamine pratensis var. *parviflora* Neilr.

Cardamine pratensis var. *strictissima* Schur

Cardamine pratensis var. *Matthioli* Moretti

Cardamine pratensis subsp. *matthioli* (Moretti) Nyman

RÉPARTITION

Selon HESS & al. (1977), *Cardamine matthioli* est une espèce de répartition européenne (**Fig. 2**). On la trouve au sud-est de l'Europe et surtout dans la péninsule des Balkans [au nord jusqu'en Tchéquie, à l'est et au sud des Alpes (sud du Tessin, pied des Alpes bergamasques)], soit dans les pays suivants: Albanie, Autriche, Bulgarie, Croatie, Grèce, Hongrie, Italie, Kosovo, Montenegro, Pologne, Roumanie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suisse, Tchéquie, Ukraine (TUTIN & al. 1964,

ROTHMALER 1994, PIGNATTI 1982, ZANOTTI 1991, MARHOLD 1994, 1996 et 2000, CHYTRY & al. 2001, CONTI & al. 2005, KUČERA & LANDOLT 2006). Elle n'est pas connue en Macédoine ni en Bosnie-Herzégovine ni en Moldavie.

En Suisse, sa présence est confirmée dans de rares sites au Tessin et depuis 2009 à Turtmann, en Valais (**Fig. 3**).

En Autriche, l'espèce est rare et potentiellement en danger dans les prairies humides, les bas-marais, les groupements d'alluvions de basse altitude (MARHOLD 1994). Dans le sud-est du pays se trouve une population à plus grandes fleurs (tétraploïde), correspondant à *Cardamine majóvskyi* (ADLER & al. 1994).

En Italie, selon PIGNATTI (1982), elle se trouve dans les prés humides, tourbeux (appelés *marcite*) et se raréfie en raison de la spécialisation croissante des cultures. Dans les prés de plaine irrigués et fumés, les pétales sont plus grands. Selon cet auteur, le groupe *Cardamine pratensis* présente une série d'espèces encore incomplètement connues, conséquence des glaciations, encore aujourd'hui en phase d'intense évolution par hybridation et polyploidie. La Checklist della Flora Italiana la mentionne dans les provinces suivantes du nord de l'Italie: Piemonte, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venetia Giulia, Emilia-Romagna (CONTI & al. 2005). En France, elle a été signalée en Haute-Savoie, par confusion avec des variétés à fleurs blanches de *C. pratensis* (CHARPIN & JORDAN 1992, TISON & DE FOUCAULT 2014).

Sites tessinois et étrangers visités

Pour comprendre la présence de la cardamine de Matthioli dans les prairies de Turtmann et pour prouver son indigénat, nous avons visité des sites tessinois et des pays limitrophes de la Suisse. Des relevés botaniques ont été effectués dans la plupart des stations prospectées (**Tab. 1**). Au Tessin, nous l'avons trouvée en mai 2013 dans la prairie de fauche humide du bord du lac d'Origlio, à 420 m/alt. (part d'herbier

de Landolt, Herbarium ETHZ) (**PI. 3a**), puis à l'est de Mezzovico-Vira à 412 m/alt., au bord de la route cantonale, dans une dépression de prairie inondée avec 4 plantes fleuries, en situation ubac (**PI. 3b**). Au lieu-dit Lischedo dans les Bolle di Magadino à 196 m/alt., les prairies étaient sous 20 à 30 cm d'eau le 5 mai 2013 et aucune observation n'a été possible. Nous n'avons pas trouvé de cardamine de Matthioli dans les prairies de fauche humides de Campiscioni près de Quartino à 197 m/alt., dans la plaine inondée de Magadino (Carte nationale 711755/112293).

En Italie, à partir du site internet forum *Acta Plantarum*, des relevés ont été effectués le 4 mai 2013 en Vatelina dans 3 sites [Selvetta (**PI. 3c, 3c2**), Forcola, Ardenno (indiqués par Giancarlo Donadelli (**PI. 3c1**), botaniste de Morbegno)], dont 2 privés de soleil en hiver. Les colonies de cardamine de Matthioli se trouvaient dans des prairies de fauche temporairement humides ou mouillées par les infiltrations des eaux de l'Adda et des résurgences au pied de la montagne, en situation ubac. Le 12 avril 2011, nous avons observé une des rares stations de la plaine du Pô, à Fontana Pradosa, entre Pavia et Piacenza. Cette localisation, au nord du village, est alimentée par des résurgences (fontaines) et est temporairement inondée par les canaux ou par le Pô selon les années. Quelques plantes de cardamine de Matthioli bordaient une prairie humide, drainée par un canal (**PI. 3d**). De plus, d'autres individus ont été photographiés en fleurs le 17.04.1993 dans une aulnaie-peupleraie à Bienca à 400 m/alt., près de Borgo-Franco d'Ivrea. Cette station confirme la présence de cette espèce au nord du Turin comme l'indique LÖVKVIST (1956) au Lago di Candia (232 m/alt.) et à Oropa (1100 m/alt.). PIGNATTI (1982) qui la mentionne dans la plaine du Pô relève que l'espèce se raréfie avec la spécialisation croissante des cultures.

En Autriche, dans la réserve naturelle de Lange Luss (site internet: botanische-spaziergaenge.at), les plantes fleurissaient le 2 mai 2014 dans des prairies temporairement

inondées par les eaux de la March, affluent du Danube (**PI. 3f**). En Slovaquie, à Hrusov, site repéré sur internet grâce à une photo de J. Košťál, nous avons observé le 3 mai 2014 quelques plantes dans une prairie humide (**PI. 3e**). En Bulgarie, au bord du lac de Dospat le 3 mai 2015 et entre Dospat et Dotze Delchev, le 6 mai 2015, des plantes de cardamine de Matthioli fleurissaient au bord d'un canal et dans une prairie humide, toujours sous climat continental (**PI. 3g**).

BIOLOGIE

GERMINATION

Légères, les graines (**PI. 2m, 2n**) sont disséminées par l'eau et germent déjà en juin, lorsqu'elles sont trempées. Elles augmentent ainsi de volume et les deux cotylédons se manifestent après quelques jours déjà. La germination est alors très bonne. La durée de vie des semences est par contre relativement courte.

CROISSANCE

Les plantules germées *in situ* ne tardent pas à développer les premières feuilles en juillet-août, qui formeront une rosette en automne, pour autant que le sol reste humide. Elles passeront l'hiver à ce stade, en gardant la couleur verte, malgré le froid (**PI. 2i**). Au printemps, les plantes grandissent rapidement, s'allongent et développent des boutons floraux. Elles dépassent alors la jeune herbe de la prairie et montrent une coloration brunâtre du feuillage (anthocyane), critère précieux de repérage et d'identification (**PI. 2c**).

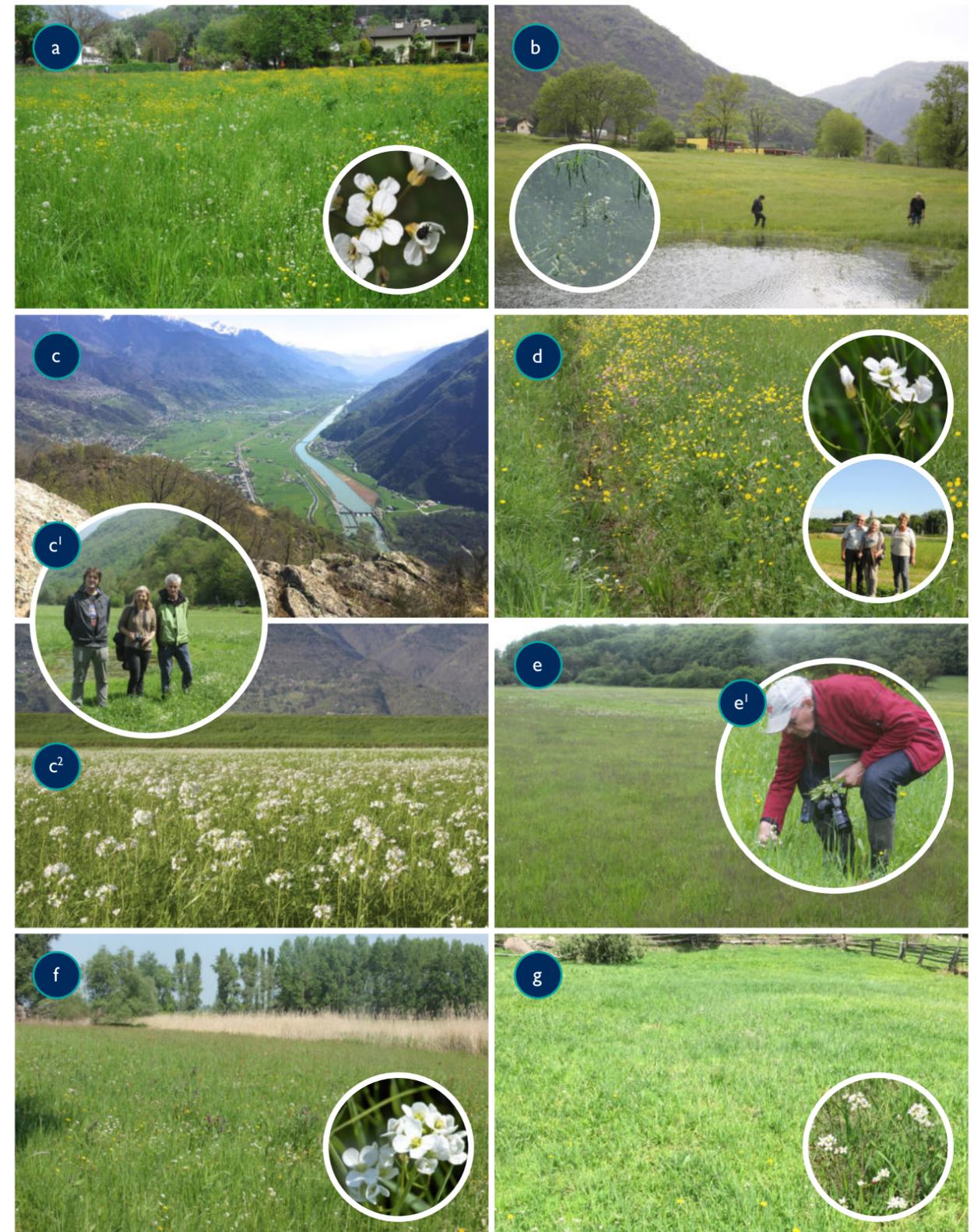
FLORAISON ET FÉCONDATION

La floraison commence au début avril avec l'ouverture des premiers boutons, puis se poursuit vers le haut de l'inflorescence jusqu'au début mai (**PI. 2f, 2g**). Les fleurs s'inclinent et se referment la nuit comme par temps pluvieux. Elles sont autostériles. La plante allogame est principalement fécondée par des insectes et parfois par le vent. De toutes

Planche 3: Autres sites à *Cardamine matthioli* visités (page de droite). Photos S. & Ch. Rey

- a. Site tessinois d'Origlio Lago, en situation ubac, avec détail d'une inflorescence, le 5.05.2013
- b. Site tessinois de Mezzovico, le 5.05.2013. Les plantes (détail) émergent de l'eau de la prairie temporairement inondée par des précipitations abondantes.
- c. La plaine d'Ardenno (Valtellina, I) avec Forcola et Selvetta (en rive gauche de l'Adda), depuis le Culmine di Dazio à 900 m, le 21.04.2018
- c¹. Giancarlo Donadelli, Sabine et Pascal Rey, sur le site de Selvetta, le 4.05.2013
- c². Site de Selvetta lors de l'abondante floraison de *Cardamine matthioli*, le 20.04.2018
- d. Giuseppina Marguerettaz d'Aoste, Maria Laura Giubini d'Arena Pô (prov. Pavia, I) et Charly Rey sur le site de Fontana Pradosa (prov. Piacenza, I), près d'un canal, avec le détail d'une inflorescence, le 12.04.2011
- e. Site d'Hrusov (Slovaquie), 442 m, le 3.05.2014
- e¹. Récolte d'une plante de *Cardamine matthioli* pour l'herbier, le 3.05.2014
- f. Réserve naturelle de Lange Luss (Basse-Autriche), inondée temporairement par la rivière la March, le 2.05.2014, avec détail d'une inflorescence
- g. Prairie humide à *Cardamine matthioli* au sud-ouest de Dospat (Bulgarie), le 6.05.2015, avec détail de plantes fleuries

les prairies prospectées, celle de Selvetta en Valtellina (I) (**PI. 3c2**) nous gratifia le 22 avril 2018 par beau temps d'un tapis continu de fleurs blanches pollinisées par de nombreux insectes [abeille, syrphides comme l'hélophyle penché (*Helophylus pendulus*) et le syrphé du groseiller (*Syrphus ribesii*), coccinelle à quatre points (*Coccinella quinquepunctata*), bourdon, bombyle (*Bombylius major*),



punaise, papillons dont la piéride du navet (*Pieris napi*), etc.]. Dès lors, on peut imaginer que la fécondation se soit bien passée et conséquemment la fructification aussi.

FRUCTIFICATION

À la mi-mai, l'herbe de la prairie masque les pousses de cardamines au stade de la fructification. Après la fécondation, l'élongation des siliques varie selon le nombre d'ovules fécondés (**PI. 2j**). Elles sont plus étroites que chez les autres espèces de l'agrégat. Arrivées à maturité, leur couleur vert clair vire au jaunâtre. Bientôt, les deux valves des siliques se détachent à leur base pour s'enrouler vers le haut (**PI. 2k**), ce qui va catapulte et disséminer les graines. Si la pollinisation allogame s'est mal déroulée, les funicules (support des graines) ne porteront que des ovules non fécondés (**PI. 2k**), alors qu'en situation normale, les ovules fécondés développent des graines de forme elliptique-ovoïde à base tronquée, un peu rectangulaire (**PI. 2m**), non ailée, de surface ondulée, brillante (**PI. 2i**) et de couleur brun verdâtre.

Après la fructification en mai juin, les tiges se dessèchent et de nouvelles pousses naissent à la base. Une ou des rosettes de feuilles composées vont se développer jusqu'à l'automne. La pâture automnale peut freiner ou anéantir le feuillage des cardamines, car son goût de cresson (poivré) est apprécié du bétail (SCHULZ 1903).

PÉRENNITÉ

Classée dans la forme biologique hémicryptophyte vivace (LAUBER & al. 2018), la cardamine de Matthioli ne vit cependant pas de nombreuses années comme la plupart des espèces de cette catégorie de plantes. En culture, que se soit en pot ou en pleine terre, où l'on peut suivre l'évolution de chaque individu dans le temps, la plante se comporte comme tri-quadrannuelle depuis l'année de semis. Elle va fleurir deux à trois années consécutives, puis va se dessécher et dépérir.

Nous avons également constaté une multiplication végétative de cette espèce qui s'exprime par l'apparition de bourgeons à l'aisselle des folioles des feuilles. Ceux-ci développent, non seulement des feuilles, mais aussi des racines, contribuant ainsi à l'élargissement de la plante-mère (**PI. 2e**). Ces clones vont vivre à leur tour 3 à 4 ans (confirmé par K. Marhold, com. pers., SCHUR en 1885, SCHULZ en 1903 et LÖVKVIST en 1956).

Deux plantes cultivées durant deux ans, dans un bac avec 10 cm d'eau, ont survécu et fleuri: les hampes émergeaient, alors que les feuilles en rosettes demeuraient sous l'eau. Cette espèce supporte l'inondation prolongée.

ANALYSE ADN

Trois échantillons de feuilles récoltées à Turtmann (Valais), à Origlio (Tessin) et à Selvetta (Valtelline, I) sur 10 plantes différentes et séchées dans du silicagel ont été envoyés au Prof. K. Marhold en 2014 pour l'analyse ADN. Les résultats ont été transmis par mail le 22 avril 2019 et résumés ainsi: MARHOLD & al. (en prép.) ont inclus les trois échantillons, dans leur grande étude du complexe *Cardamine pratensis* en Europe centrale. Le niveau de diploidie, vérifié par cytométrie de flux, a été clairement confirmé. La partie principale de l'étude comprenait l'analyse de plus de 1100 plantes de *C. matthioli*, *C. majovskyi*, *C. pratensis* (y compris *C. nemorosa*, *C. udicola* et *C. rivularis* auct.) et *C. rivularis* s. str. (des Carpates méridionales et des montagnes bulgares) à l'aide de marqueurs microsatellites. La matrice résultante comprenait 1190 échantillons (1104 échantillons uniques et 86 répliques) et 394 allèles de 18 loci. Les plantes des deux localités suisses et celles de Valtelline (I) sont clairement regroupées, avec d'autres plantes analysées, à *C. matthioli*.

En 2015, 14 échantillons de graines de plantes individuelles de la prairie de l'agriculteur A (10) et de l'agriculteur B (4) ont été envoyés à la Professeure Y. Willi de l'Université de Bâle, pour des analyses phylogénétiques et des expériences

comparatives des brassicacées suisses. Les thématiques de recherche de son groupe se concentrent sur l'adaptation à différentes zones d'altitude et incluent une centaine d'espèces. Selon elle (com. pers.), les graines fournies ont germé à 90% en 2015, 22% en 2017 et 0% en 2018. Ces taux régressifs indiquent soit une perte de vitalité rapide des semences, bien qu'elles aient été conservées à 4°C et au sec, soit que les conditions de germination, qui variaient, sont très importantes. La phylogénie basée sur des séquences d'ADN chloroplastique indique que la date de séparation entre *Cardamine matthioli* et *C. pratensis* est d'environ 1 million d'années.

ÉCOLOGIE

En Suisse, le Guide des milieux de Suisse (DELARZE & al. 2015) mentionne la cardamine de Matthioli dans la *parvocariçaie acidophile* du Tessin, le *Caricion fuscae*. La fiche pratique pour la conservation de la flore d'Info Flora (infoflora.ch) la cite aussi dans la prairie de fauche de basse altitude *Arrhenatherion elatioris* (KÄSERMANN 1999).

Dans l'est de l'Europe où la cardamine de Matthioli est fréquente et non menacée, la littérature spécialisée (CHYTRÝ & al. 2001) la mentionne comme caractéristique des prairies continentales, temporairement inondées par un cours d'eau. Lors de nos prospections dans la plaine de Magadino au Tessin, dans la plaine du Pô près de Piacenza en Italie et au bord de la March près de son embouchure dans le Danube en Basse-Autriche, nous avons pu nous rendre compte du potentiel d'inondations de ces zones où la cardamine de Matthioli est présente.

Dans les prairies de fauche de Turtmann, cette espèce doit actuellement sa présence à l'inondation temporaire qu'occasionnent les arrosages. S'il est question aujourd'hui d'une influence humaine, il est probable qu'avant l'exploitation des prairies, la rivière Turtmäna inondait cette zone lors de crues répétées.

ESPÈCES COMPAGNES

Le tableau des relevés botaniques (**Tab. 1**, voir en fin d'article) énumère les espèces présentes dans huit types de prairies à cardamine de Matthioli et les classe dans les alliances phytosociologiques (types de milieu) selon un gradient croissant d'humidité.

Dans les prairies de fauche de Turtmann (*Arrhenatherion*) (**Fig. 1**), entretenues de manière différentes chez les deux exploitants concernés, la flore s'avère actuellement plus diversifiée chez l'agriculteur B (relevé no 1) que chez l'agriculteur A. La raison est à rechercher dans le mode de fumure et dans le nombre de coupes de l'herbe qui sont modérés chez le premier et intense chez le second, alors qu'il y a une similarité d'arrosage de part et d'autre. Dans la prairie de ce dernier, les espèces nitrophiles à larges feuilles dominent comme *Taraxacum officinale*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Rumex obtusifolius*, etc. et ce au détriment des espèces moins concurrentielles et plus variées. Pour ce relevé no 1, nous avons ainsi donné préférence à la prairie de l'agriculteur B, de plus grande biodiversité (56 espèces). Au bord du lac d'Origlio au Tessin (relevé no 2) (**PI. 3a**), les espèces présentes dans la prairie mouillée montrent l'appartenance à une *parvocariçaie acidophile* (*Caricion fuscae*). La cause du sol détrempe est plus à rechercher dans l'abondance des précipitations caractérisant le climat tessinois que dans la proximité du lac (**Fig. 5b**).

Au cœur de la Valtellina (Italie), vallée du sud des Alpes au climat semi-continental, nous avons trouvé deux types de prairies hébergeant la cardamine de Matthioli. Dans la première située dans une dépression (relevé no 3) (**PI. 3c2**), très mouillée par des résurgences de bas de pente et des pertes de l'Adda, nous avons noté la forte présence de *Carex nigra*, indicateur de la *parvocariçaie acidophile* (*Caricion fuscae*). Ici, la population de *Cardamine matthioli* était particulièrement abondante. Dans la deuxième



Figure 4 - Plaine de Turtmann, dans l'ombre et givrée en ubac, le 7 janvier 2015 vers 13h00, ombre portée par l'Emshorn (2633 m), avec l'emplacement des populations de *Cardamine matthioli*. Photo S. & Ch. Rey

prairie moins humide située dans la plaine d'Ardenno, les espèces relevées font partie de l'alliance de l'*Arrhenatherion*, prairie grasse de fauche avec 22 espèces (relevé no 4).

À Fontana Pradosa dans la plaine du Pô (relevé no 5) (**Pl. 3d**), les prairies de fauche, mouillées par des résurgences (fontaines) et temporairement inondées par les canaux ou par le fleuve selon les années, recèlent peu de cardamine de Matthioli, mais la présence d'*Alopecurus rendlei*, indicateur de sols organiques et subhalophiles, montre la parenté de cette alliance avec l'*Arrhenatherion*.

En Basse-Autriche, dans la réserve naturelle de Lange Luss (ANONYME 2007) (**Pl. 3f**), les prairies de fauche à cardamine de Matthioli subissent occasionnellement les débordements de la March. Elles manifestent une flore d'influence panonique telles que *Cnidium dubium*, *Plantago altissima*, *Clematis integrifolia*, *Cerastium dubium*, etc. (relevé no 6), auquel cas, on peut rattacher ce milieu à l'alliance du *Cnidion dubii* (Natura 2000, Cahiers d'habitats), c'est-à-dire de la prairie inondable subcontinentale.

Près d'Hrušov en Slovaquie (**Pl. 3e**), nous n'avons pas retrouvé les prairies de fauche photographiées par J. Košťál où la cardamine de Matthioli formait un vaste tapis de fleurs blanches (Atlas biotopov Slovenska, CHYTRÝ & al., 2001), mais un milieu similaire avec moins de cardamines (relevé n° 7). Les botanistes locaux rattachent ces prairies à l'alliance *Alopecurion pratensis* de la classe des *Molinio-Arrhenatheretea*.

Près de Dospat en Bulgarie (**Pl. 3g**), la prairie de pente très mouillée comprenait surtout *Carex nigra*, mais aussi *Carex acutiformis*, *Scirpus sylvaticus* et *Ranunculus repens* (relevé n° 8), ce qui rattache ce milieu à l'alliance du *Caricion fuscae*.

CLIMAT

Les deux prairies de cardamine de Matthioli de Turtmann se situent sur la rive gauche du Rhône, en ubac, à 624 m/alt., avec les coordonnées CH 619700/127850, dans des dépressions au climat continental, froid en hiver et chaud en été. Pour la référence climatique, nous avons utilisé les valeurs de la station météo ISM Visp (Grosseia), placée à 11.5 km à l'est, en situation comparable, à 639 m/alt., avec les coordonnées CH 631151/128024.

TEMPÉRATURES

Au cœur de l'hiver, le sol reste souvent gelé et l'herbe givrée toute la journée en raison de l'absence de soleil durant un à deux mois (selon la position nord-sud dans les prairies), causée par l'ombre orographique de l'Emshorn (2632 m) (**Fig. 4**). Dans ces conditions, l'eau des pluies et de la fonte de la neige ne s'infiltrer pas et les gouilles qui se forment dans les dépressions gèlent parfois.

Le printemps 2017 a été climatiquement particulier, avec une période de très fort gel du 19 au 21 avril. Selon Météosuisse, les températures sont même descendues jusqu'à -5.5°C à Visp à 2m/sol (-13°C à 5 cm/sol)! Ce froid intense faisait suite à une avance végétative de 16 à 18 jours par rapport à la norme

Sites	Printemps	Été	Automne	Hiver	Moy. annuelle
Visp	13,8	17,6	4,5	2,7	9,7
Sion	14,5	18,2	5,1	2,8	10,2
Ecart entre Sion et Visp	0,7	0,6	0,6	0,1	0,5

	Janvier	Février	Mars
Turtmann à 2 m	-1,71	2,3	7,03
Visp à 2 m	-1,22	3,06	7,13
Ecart entre Turtman et Visp	-0,49	-0,76	-0,1
Turtmann à 5 cm	-3,08	0,54	6,67
Visp à 5 cm	-3,04	1,82	6,3
Ecart entre Turtmann et Visp	-0,04	-1,28	0,37

Tableau 2 - Températures moyennes [°C] saisonnières à Visp et à Sion (1981 - 2010) par saison (Météosuisse) ISM.

Tableau 3 - Températures moyennes [°C] mensuelles de janvier à mars 2019 à Turtmann (Logger EL-USB-1) et à Visp (ISM), à 2 m et à 5 cm du sol.

janvier à mars 2019 avec deux thermomètres enregistreurs Data Logger EL-USB-1, placés l'un à 2 m et l'autre à 5 cm du sol sous abri. Au cœur de l'hiver, les prairies de Turtmann ont des températures légèrement inférieures à celles de Visp (**Tab. 3**).

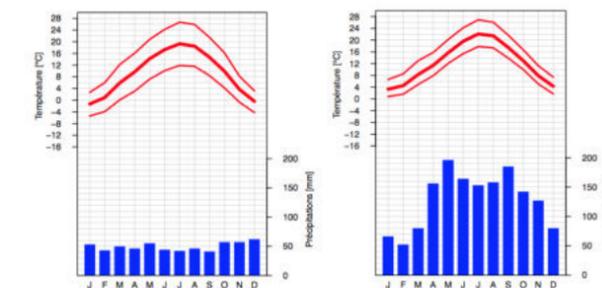


Figure 5a & 5b - Diagrammes ombrothermiques de Visp (climat continental) et de Lugano (climat insubrique) (Météosuisse, 1981 - 2010).

1981 - 2010 (J.-M. Falot, com. pers.). Si les graminées et d'autres plantes de la prairie ont souffert de ce gel, les cardamines de Matthioli n'ont pas été affectées. Elles ont fleuri avec plus de deux semaines d'avance et la fructification s'est opérée normalement.

Sur la période climatique de 1981 - 2010 à Visp et à Sion, la moyenne des températures pour le printemps, l'été, l'automne et l'hiver montre la continentalité du climat pour les deux localités de plaine du Valais interne (**Tab. 2**)

À titre de comparaison avec la station météo officielle ISM de Visp (**Fig. 5a**), nous avons enregistré dans une prairie à cardamine de Matthioli de Turtmann la température de l'air de

PRÉCIPITATIONS

La cardamine de Matthioli nécessite de l'eau durant les mois de végétation, particulièrement en juin, pour favoriser la dissémination et la germination des semences.

À Visp, la moyenne annuelle des précipitations sur trente ans (1981 - 2010) est de 596 mm et sur dix ans (2009 - 2018) de 597 mm, comparable à celle de Sion (Météosuisse). Le déficit hydrique des mois d'été est compensé par l'irrigation répétée par inondation (**Fig. 5a**). Au Tessin, dans la région des lacs, les précipitations annuelles sont plus du double au triple par rapport à Visp selon les années (moyennes de 1559 mm à Lugano et de 1897 mm à Locarno, de 1981 - 2000, selon Météosuisse) et abondantes en été (**Fig. 5b**). Dans ces conditions, l'arrosage des prairies n'est pas pratiqué, car celles-ci sont naturellement inondées, ce qui est favorable aux cardamines de Matthioli.

En Valtellina, les précipitations annuelles moyennes d'Ardenno dépassent les 1000 mm (AESCHIMANN & al. 2004, d'après la carte des précipitations annuelles moyennes dans les Alpes, période de 1971 - 1990) avec un déficit hydrique estival toutefois moins marqué qu'en Valais. Dans le secteur à cardamines de Matthioli,

les plantes occupent des dépressions de prairies souvent inondées au printemps.

Dans le climat continental de Hrusov, en Slovaquie, les fortes précipitations estivales permettent à l'espèce de se maintenir.

PRAIRIES INONDÉES

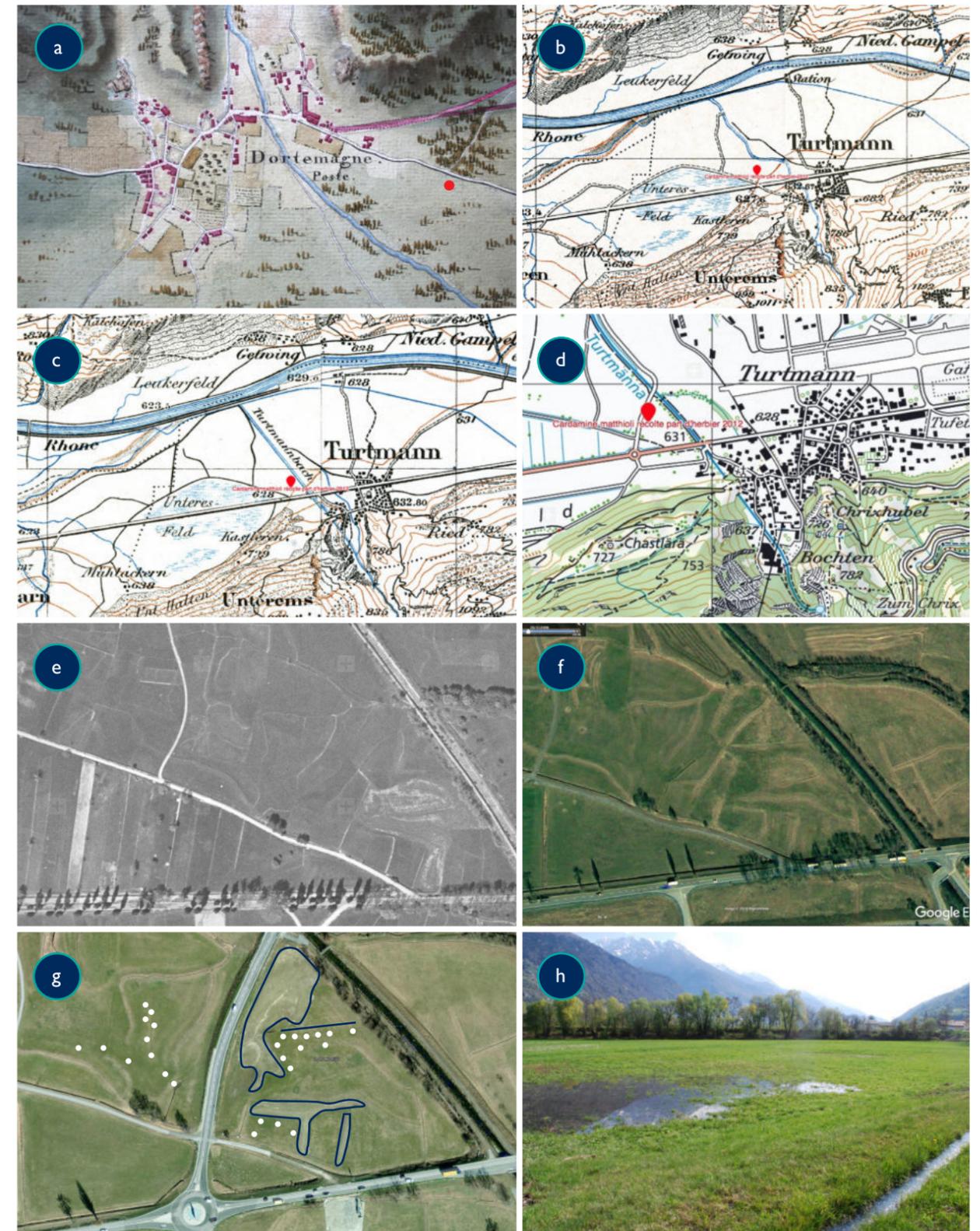
La consultation des anciennes cartes [NAPOLÉON 1802 (**Pl. 4a**), DUFOUR 1860, SIEGFRIED 1900 (**Pl. 4b**), SIEGFRIED 1907 (**Pl. 4c**), CN 2018 (**Pl. 4d**)] met en évidence la correction de l'ancien lit de la Turmäna en 1906 (map.geo.admin.ch).

Celle-ci coupait autrefois le village de Turtmann en deux et formait à l'aval deux méandres dans la plaine, liés à la faible pente de son cours (~ 0.4%, **Pl. 4b**), avant son embouchure dans le Rhône. Il est vraisemblable que les fortes crues de la rivière comme les 23/24 juin 1898 (chaque 20-30 ans selon Viktor Bregy, com. pers.) menaçant les villageois ont nécessité le déplacement du lit de la rivière à l'ouest des habitations. Le niveau enfoncé d'anciennes bâtisses du village en est le témoin. Jusqu'alors, les prairies des environs ont certainement connu des inondations temporaires, favorisant de ce fait la présence de la cardamine de Matthioli, comme en Basse-Autriche et dans les pays de l'Est (CHYTRY & al. 2001).

Compte tenu de la faible pluviosité du Valais central (**Fig. 5a**) et du plus haut niveau de ces prairies de fauche semi-grasses, par rapport à la nappe phréatique [niveau inférieur du Rhône et des prairies marécageuses d'Unteres-Feld (aujourd'hui Unnerfäld), respectivement de 621 et de 620 m/alt. contre 624 m/alt. pour les prairies à cardamine], leur optimisation fourragère a nécessité l'arrosage par des bisces (REYNARD 1995), même en plaine (WERNER 1995). Suite à l'endiguement de la Turmäna, le réseau de bisces primaires (Pfandrüss), secondaires (Wasserleitu) et tertiaires (Schrapf), existant depuis des siècles (E. Bittel & V. Bregy, com. pers.), a continué de jouer le même rôle que les crues torrentielles. Lors de

Planche 4: Les inondations (page de droite). Photos S. & Ch. Rey

- Tracé projeté de la route Agarn-Turtmann, en rose, carte de NAPOLÉON (1802), Archives cantonales du Valais. La Turtmäna sépare le village de Turtmann en deux. Le point rouge indique la position de *Cardamine matthioli* récoltée pour l'herbier en 2012.
- Carte SIEGFRIED (1900). La Turtmäna partageait encore le village en deux et coulait librement dans la plaine, formant deux méandres près des stations actuelles de *Cardamine matthioli*, inondées lors de crues.
- Carte SIEGFRIED (1915). Le cours de la Turtmäna a été modifié. La rivière, endiguée, coule à l'ouest du village et de manière rectiligne dans la plaine.
- Carte nationale actuelle (2018). Une route cantonale, desservant la zone industrielle au nord du village, sépare les deux localisations de cardamines. Une courbe de l'ancien lit de la rivière demeure.
- Photo aérienne ancienne Swisstopo du 5.05.1959. Les prairies étaient arrosées par un système de bisces. Dans deux dépressions, l'eau formait des gouilles temporaires, favorables à *Cardamine matthioli*.
- Photo Google, prise le 20.03.2009, année de la découverte de *Cardamine matthioli*. Les bisces primaires, secondaires et tertiaires sont toujours bien visibles sur cette vue.
- Photo aérienne de map search.ch, prise en avril 2015. La route sépare les deux stations de *Cardamine matthioli* (points blancs). Sur la parcelle de droite, des bisces secondaires et tertiaires ont été comblés et le terrain nivelé et ressemé (surfaces entourées d'un trait bleu).
- Arrosage des prairies par inondation (bisses), le 25.04.2010, lors de la floraison de *Cardamine matthioli* (tapis blanc à l'arrière-plan).



l'irrigation répétée des prairies (possibilité d'arrosage 1 jour toutes les 2 semaines d'avril à septembre, com. pers. E. Bittel), des gouilles se forment dans les dépressions entourées de bisses, surélevés par de petites digues constituées de limon, de couleur claire sur les photos (**Pl. 4e, 4f, 4i**). L'eau permet aux graines matures et légères de cardamines de Matthioli de flotter et de se disséminer en juin, de germer en juillet et aux rosettes de feuilles de jeunes plantes d'apparaître en août.

La consultation d'anciennes photos aériennes (swisstopo.admin.ch) révèle la particularité de ce système d'arrosage de Turtmann, quasi unique dans la plaine du Rhône, qui mériterait protection. Sur celle du 5 mai 1959, on distingue les deux zones à cardamine de Matthioli inondées (**Pl. 4e**) et le réseau de bisses. Ce dernier est particulièrement bien visible sur la photo satellite (Google Earth) du 20.03.2009 (**Pl. 4f**). Sur celle d'avril 2015 (**Pl. 4g**), on aperçoit la nouvelle route de contournement qui sépare les deux populations. Un bisse secondaire a été mis sous tuyau et d'autres ont été en partie supprimés dans les terrains remaniés (en beige) de la parcelle de l'agriculteur A.

Ces prairies temporairement inondées (**Pl. 4h**) permettent également à de grands échassiers et à des limicoles de s'y arrêter. Des hérons cendrés (21.05.2009) et des vanneaux huppés (23.01.2018) ont été observés. Jacqueline Détraz (com.pers.) y a noté aussi la présence d'alouettes. Peter Keusch nous a communiqué ses observations ornithologiques (1982-1990) dans la plaine de Leuk-Turtmann. Beaucoup de bergeronnettes grises et printanières, de pipits spioncelles se nourrissaient au bord des flaques d'eau, des canards colverts et des hérons cendrés dans les gouilles. Au printemps (avril, mai), lors des migrations vers le nord, par jour de météo défavorable (pluie, froid, brouillard), les espèces suivantes ont été aperçues: chevalier sylvain, combattant varié, vanneau huppé, chevalier gambette, petit gravelot, chevalier aboyeur, chevalier guignette, bécassine des marais, mouette rieuse, aigrette garzette.

SITES VISITÉS D'AUTRES ESPÈCES DE L'AGRÉGAT *CARDAMINE PRATENSIS*

Pour nous familiariser avec l'agrégat des cardamines des prés, nous avons visité des sites à *Cardamine pratensis* le 30 mai 2012 au-dessus de Château-d'Oex, le 23 mai 2014 au lac de Morgins et le 15 avril 2016 à Hegdorn sur Naters. Plusieurs stations de *Cardamine rivularis* auct. ont été répertoriées au Sanetsch les 24 et 27 juillet 2013, dont de nouvelles localisations.

Cette espèce a aussi été observée le 31 août 2014 dans l'Oberland bernois sur la commune de Gsteig (BE) au lieu-dit Gründ, marais à 1313 m/alt. et au Col du Pillon au lieu-dit Lac Retaud (commune d'Ormont-Dessus) à 1685 m/alt.

À Entreroches (Orny), près d'Yverdon, nous avons vainement tenté de retrouver le 10 avril 2014 le site à *Cardamine udicola* signalé dans la région.

En 2014 et 2015, nous avons repéré trois sites méconnus de *Cardamine dentata* (VU), soit le 26 mai 2014 à Champex (commune d'Orsières), dans un groupement à *Carex rostrata* de la tourbière au lieu-dit Le Marais près du lac, à 1469 m/alt., soit le 6 juin 2015 dans le marais proche de Nervau (commune de St-Gingolph), dans un *Caricetum acutiformis* Egger 1933 au lieu-dit Nervan (100 m au sud de la Crête cotée à 485 m), à 466 m/alt. et enfin le 29 mai 2015 dans un groupement à *Carex rostrata* dans la tourbière de Plans Mayens (commune de Lens) au lieu-dit Les Plans des Devins, à 1555 m/alt. Nous sommes allés à deux reprises à La Porte du Scex revoir le site où E. Favre en 1875 et P. Farquet en 1912 avaient découvert *C. dentata*. Le milieu humide de l'époque, planté aujourd'hui de peupliers, s'est complètement asséché et l'espèce n'y est plus.

Nous avons repéré cette même espèce le 16 avril 2009 près du Danube au sud de Vrsac en Serbie.

D'autre part, le 9 septembre 2014, lors d'une prospection à Urnerboden (Uri), nous avons observé *Cardamine amara* et *C. rivularis*, et retrouvé les hybrides $\times C. insueta$ Urbanska-Worytkiewicz et $\times C. schulzii$ Urbanska-Worytkiewicz (**Pl. 1j**) signalés par URBANSKA & al. (1997) et étudiés par ZOZOMOVÁ - LIHOVÁ & al. (2014).

MENACES ET PROTECTION

Aujourd'hui, la cardamine de Matthioli est très menacée d'extinction en Suisse dans ses sites tessinois avec la mention EN (en danger) sur la Liste rouge de l'OFEV (BORNAND & al. 2016). En 2001, Käsermann a déjà recommandé pour le canton du Tessin le respect des directives mentionnées sur sa fiche pratique de conservation (KÄSEMANN 1999). À Turtmann, un nouvel axe routier partage en deux la zone à cardamine de Matthioli. Cette route, inaugurée en 2015, large de 6.80 m (12-14 m avec les talus de surélévation), si elle fluidifie le trafic vers la zone industrielle et favorise l'accès à Niedergampel/Gampel-Bratsch, impacte défavorablement la biodiversité de la prairie et la valeur paysagère du site (**Pl. 4g**). Le réseau de bisses d'arrosage a été ainsi modifié et de grands mouvements de terre avec ensemencement de prairies artificielles ont été destructeurs d'une partie de la population (**Pl. 4g, Fig. 6**).

En Italie, PIGNATTI (1982) parle de la raréfaction de la cardamine de Matthioli liée à l'urbanisation qui s'étend sur les campagnes et à l'agriculture de plus en plus intensive. Les terrains sont nivelés et les dépressions, propices à la formation de lacs temporaires, disparaissent. En Autriche, l'espèce est rare et potentiellement menacée aussi. Dans ce pays, le site de Lange Luss est protégé (ANONYME 2007). Dans l'est de l'Europe, la plante n'est pas menacée.

MANDAT DE CONSERVATION

Le mandat de conservation des populations valaisannes de cardamine de Matthioli (2013-2017) du Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais incluait d'une part la transplantation des plantes susceptibles d'être détruites par le tracé de la nouvelle route de contournement de Turtmann et d'autre part le renforcement des populations existantes et la création de nouvelles stations, à partir de multiplications. Ce chapitre reprend l'essentiel des résultats des travaux menés durant 5 ans, relatés dans les rapports annuels (REY 2013, 2014, 2015, 2016 et 2017).

TRANSPLANTATIONS

Suite aux propositions d'Arnold Steiner, botaniste travaillant à l'Office de construction des routes nationales (OCRN), une centaine de plants avec motte de cette espèce ont été prélevés en 2013 dans la prairie de l'agriculteur A, sur le tracé et en bordure de la future route, et transplantés dans trois sites jugés potentiellement propices (**Tab. 4**, voir en fin d'article).

En 2014, la plupart de ces plantes ont fleuri, à l'exception de celles du Leukerfeld, qui ont pratiquement toutes disparu. En 2015, il demeurait seulement une dizaine sur 78 à Turtig et 8 sur 20 à Jaggeseiju. En 2016, seules 6 plantes ont fleuri à Jaggeseiju et une à Leukerfeld.

Nous concluons que la cardamine de Matthioli survit péniblement aux bords des bisses et périt dans les sols piétinés par le bétail, autour des gouilles ou des étangs. La plante ne croît que dans les prairies temporairement inondées.

MULTIPLICATION

Afin de renforcer les populations existantes et d'augmenter le nombre de sites, des travaux de multiplication furent entrepris. Préalablement, des tests de germination furent

effectués en 2013 et 2014. En 2015 et 2017, on procéda à l'élevage de quelque 2000 jeunes plants (2 x 1000) destinés à des plantations.

TESTS DE GERMINATION EN 2013, 2014 ET 2019

Un premier test de germination en terrine a été réalisé en septembre 2013 avec les graines récoltées sur quelques plantes de Turtmann, cultivées en pot. Celles-ci présentaient un taux de germination de 41% après 16 jours. Avec des graines de la même récolte, un deuxième test de germination a été répété en serre en janvier 2014. Les graines ont très peu germé et les quelques plantules issues de ce semis d'hiver n'ont pas fleuri au printemps. Conservées dans un sachet de papier à la température ambiante de 20-25 °C, elles ont presque totalement perdu leur faculté germinative après une année. Un autre test de germination a été effectué en serre froide en février 2019 avec des graines de 1 ½ an et de 3 ½ ans conservées en sachets à la température ambiante du bureau. Après 60 jours, aucune germination n'a été constatée. Nous n'avons pas soumis ces semis d'hiver à un apport de lumière, comme mentionné par GAO-LIN WU & ZHIA-HUA (2013).

Pour l'élevage de plantons, compte tenu de la faible faculté germinative constatée sur cette espèce, on décida de semer en juillet avec des graines fraîchement récoltées, peu après leur maturité, ce qui donna de bons résultats et une germination après 5 jours déjà!

PREMIER ÉLEVAGE DE PLANTONS ET PLANTATIONS EN 2015

Récolte de semences et semis

Conformément au contrat d'exploitation signé en octobre 2015 avec l'agriculteur A, une partie de sa prairie n'a pas été fauchée avant la mi-juin, afin de permettre une production de graines. En avril 2015, des piquets-drapeaux ont été plantés à l'emplacement de 40 plantes fleuries, choisies au

Planche 5 : Elevage et plantation

(page de droite). Photos S. & Ch. Rey

- Lors de la floraison, piquetage de 40 plantes fleuries, en vue de la récolte de semences, Turtmann, prairie Ammann, le 28.04.2015.
- Récolte séparée des siliques de 40 plantes, repérées dans la prairie luxuriante grâce aux piquets-drapeaux, Turtmann, le 28.05.2015.
- Récolte de siliques, prairie Ammann, Turtmann, le 21.05.2017.
- Graines de la plante no 7, provenance Turtmann, pré Ammann, récoltée le 28.05.2015, triée le 29.07.2015.
- État le 4.08.2015 de la germination des graines de la plante no 7, semées le 29.07.2015.
- Repiquage des plantules issues des graines no 7, le 17.08.2015.
- État des plantons, à partir des graines des 40 plantes, le 20.08.2015.
- État des plantons, le 8.09.2015.
- Les plantons sont uniformément réguliers et prêts à la plantation, le 28.09.2015.
- Plants avec motte avec un bel enracinement, lors de la plantation le 2.10.2015.
- Plantation à la pioche, ici, dans la prairie Ammann, de 882 plantons, le 2.10.2015.
- Détail d'une cardamine fraîchement plantée dans la prairie Ammann, le 2.10.2015.
- Plante fleurie le 15.04.2016 dans la prairie Ammann, issue d'un plant avec motte, mis en place le 2.10.2015.

hasard, pour conserver la biodiversité génétique (**Pl. 5a**), afin de pouvoir les repérer lors de la récolte des graines, au moment où la végétation optimale de la prairie cache les cardamines (**Pl. 5b**). Un mois plus tard, les inflorescences sélectionnées, portant les siliques encore fermées, ont été récoltées (**Pl. 5c**), de manière individuelle et séchées à l'abri dans des enveloppes de papier. Les graines ont été



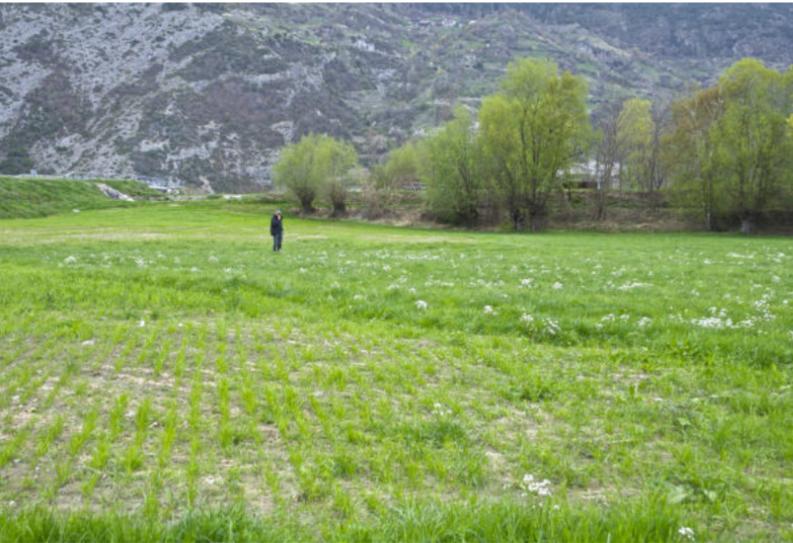


Figure 6 - Les plantes fleuries de *Cardamine matthioli*, issues de plantation, se détachent des autres plus petites le 15 avril 2016. Au premier et à l'arrière plan, on remarque le semis de prairie artificielle, sans cardamines. Photo Sabine Rey

triées (PI. 5d) en trois lots de trois calibres, par tamisage (mailles > 0,63 mm, > 0,5 mm, < 0,5 mm). En juillet, deux cents graines/calibre ont été semées en serre dans un terreau léger (PI. 5e). L'arrosage par imbibition a permis de ne pas déranger la surface du semis et surtout de favoriser le gonflement des graines, prémice à leur levée. En août, au stade du développement de la 1^{ère} feuille, le contrôle de la germination a fourni respectivement, par ordre de calibre décroissant, les taux de 79%, 83% et 58% (PI. 5f). Il est intéressant de constater que les petites graines de < 0,5 mm germent encore à plus de 50%, même si un écart de 20% les sépare des plus grands calibres!

Repiquage

Le repiquage a eu lieu en serre à la mi-août dans des plateaux plastiques de 35 loges rainurées, de 4.5 cm de diamètre par 7 cm de profondeur, dans un terreau composé de 4/5 de terreau horticole standard et de 1/5 de limon du Rhône (PI. 5g). Régulièrement arrosés, et 3 fois avec de l'engrais organique liquide, les plants se sont rapidement développés (PI. 5h). Quatre semaines plus tard, les plateaux

ont été sortis de serre pour durcir le feuillage. Après 2 mois d'élevage, les jeunes plants de 10 à 12 feuilles, de taille régulière et d'un bon enracinement étaient prêts pour la plantation (PI. 5i, 5j).

Plantation et reprise des plantons

En octobre 2015, la plantation de 1027 plants avec motte a eu lieu dans le secteur sous contrat de la prairie de l'agriculteur A (882 plts), sur celle de l'agriculteur B (105 plts) et au bord du bisse dans la prairie de Jaggeseiju (40 plts), où des plantes avaient également été transplantées en 2013. À l'aide d'une pioche, les plants ont été mis en terre (PI. 5k), à intervalle irrégulier d'environ 50 cm et intégrés à la végétation de la prairie (PI. 5l). Au printemps 2016, nous avons observé la bonne reprise des plantons avec un taux de réussite de > 90% (Tab. 4). Les plantes fleuries issues de plantons se distinguaient très nettement des autres installées naturellement. En effet, celles-ci atteignaient 30 à 40 cm de hauteur et comprenaient une dizaine d'inflorescences par plante, avec 5-6 ramifications d'une vingtaine de fleurs chacune (PI. 5m)! Les autres plantes, plus courtes, portaient 1-3 inflorescences avec chacune 1-3 ramifications de 8-10 fleurs. Contrairement à la floraison abondante observée en 2009 (Fig. 1a), celle de 2016 ne présentait pas un tapis blanc continu, mais des plantes isolées vigoureuses (plantons) au milieu de plantes plus chétives (semis naturel), moins visibles (Fig. 6). C'est aussi à ce moment-là que l'on a pu voir l'impact négatif de la nouvelle route sur la valeur paysagère du site et sur l'écoulement des eaux. Sur la prairie de l'agriculteur A, le remaniement du sol, le nivellement des bisses secondaires et l'ensemencement d'une prairie artificielle, ont modifié la répartition de l'eau d'arrosage et la régularité de l'inondation (PI. 4g). D'autre part, les cardamines se trouvant naturellement dans ces secteurs avaient disparu. Dans la prairie de l'agriculteur B, moins amendée et demeurée intacte, le nombre de plantes de la population initiale, pourtant plus faible, s'était maintenu. Les individus issus de la plantation d'automne 2015 étaient de taille normale.

DEUXIÈME ÉLEVAGE DE PLANTONS ET PLANTATIONS EN 2017

En 2017, une deuxième multiplication a été effectuée en vue de renforcer à nouveau les deux populations naturelles à Turtmann et afin d'étendre sa localisation à de nouveaux sites potentiels hauts-valaisans.

Elevage de plantons

La récolte des semences a été effectuée avec 15 jours d'avance par rapport à l'année 2015. Le semis en terrines et le repiquage ont été similaires à ceux pratiqués en 2015. Le taux de germination des semences et la reprise des 1058 plantules repiquées ont donné à nouveau pleinement satisfaction. Toutefois, les plantules au stade de 5-7 feuilles ont connu des problèmes parasitaires et fongiques qui ont été traités⁶.

Renforcement des populations de Turtmann

500 plants avec motte de cardamine de Matthioli ont été plantés dans la prairie de l'agriculteur A et 430 dans celle de l'agriculteur B, les 18 et 25 octobre 2017.

Recherche de nouveaux sites favorables d'implantation, en tenant compte des critères suivants :

- Climat continental, soit chaud l'été et froid l'hiver; présent au pied de l'ubac
- Prairie de fauche de plaine (*Arrhenatherion elatioris* W. Koch 1926) avec des dépressions herbeuses temporairement inondées
- Irrigation répétée par inondation (bisses primaires et secondaires surélevés) favorisant la croissance de la plante au printemps, la dissémination et la germination des graines en juin juillet
- Fauche printanière effectuée après le 15 juin privilégiant la fructification et la maturation des graines. Si dans le

passé (photos aériennes anciennes de Swisstopo), la fauche s'opérait dans la première quinzaine de juin, la pratique paysanne actuelle tend à faucher de plus en plus tôt, soit à la mi-mai déjà.

- Fauche estivale ou regain sans incidence négative sur les rosettes des plantes
- Possibilité d'une pâture automnale par les vaches, même si les bovins apprécient les feuilles des rosettes fraîches (SCHULZ 1903). Par contre, le pacage des ânes ou des chevaux durant plusieurs mois d'affilée leur est néfaste.
- Proscription d'une forte fertilisation [épandage de fumier et (ou) purinage répété (s) modifiant la composition de la flore et favorisant les plantes à larges feuilles comme les dents-de-lion, au détriment de la cardamine de Matthioli]
- Interdiction de tout remaniement du sol par labourage suivi d'un semis de prairie artificielle, entraînant la destruction des cardamines.

Dans les environs de Turtmann, seules quelques rares prairies répondent aux critères évoqués ci-dessus, avec la nécessité de conclure un contrat d'exploitation avec les agriculteurs concernés, car ces prés sont actuellement fauchés précocement.

Figure 7 - Résultat au 20 avril 2018 de la plantation clôturée de plants mottés de *Cardamine matthioli* d'octobre 2017, au marais de Mutt (Turtig). Photo S. & Ch. Rey



⁶ Deux traitements (12.09 et 16.09.2017) au Kendo Gold à 0.2% (0.075 Lambda - Cyhalothrin) ont permis de juguler une attaque de piéride du chou (*Pieris brassicae*). Des appâts granulés Limax Spécial (3% Métaldehyd), appliqués le 9.09.2017 ont supprimé les limaces. Un mildiou (*Hyaloperonospora nasturtii-aquatici*), provoquant des taches jaunâtres sur les feuilles, encore inconnu sur cette espèce, a été déterminé par le Prof. Hermann Voglmayr (VOGLMAYR & al. 2014) de l'université de Vienne (Dept. Systematic and Evolutionary Botany) et a été traité au Folpet WG à 0.125% (80% Folpet) le 9.10.2017. Des galles dans les inflorescences de *C. matthioli*, provoquées par une mouche (*Dasineura cardaminis*), ont été aussi observées en nature au Sanetsch sur des plantes de *C. rivularis*.

Nouvelles implantations

Avec l'encouragement d'Arnold Steiner et l'aide de Jean-François Burri, botaniste, nous avons tout de même tenté une plantation dans deux nouveaux sites gérés par l'OCRN, proches de Turtmann, en octobre 2017. 128 plantons ont ainsi été répartis dans celui de Mutt (635 m/alt.) sur la commune de Raron (**Fig. 7**) et dans celui de Bergackerli (624 m/alt.) sur celle de Turtmann-Unterems. Ces deux sites, comprenant 5 placettes clôturées, sont en situation d'ubac, c'est-à-dire sans soleil durant 2-3 mois d'hiver.

RÉSULTATS

La présence de la cardamine de Matthioli dans les deux prairies de fauche de Turtmann a été maintenue grâce aux deux plantations de jeunes plants avec motte, parmi les populations fortement décimées (**Tab. 4**). La reprise à l'automne, la croissance et la floraison se sont très bien déroulées. Relevons qu'au printemps, les introductions automnales ont donné de plus grandes plantes que celles naturellement installées. Le nombre de cardamines de Matthioli a augmenté dans la parcelle de l'agriculteur B, peu remaniée (1011 plantes de taille moyenne, le 22 avril 2019). Par contre, celui de la prairie de l'agriculteur A, estimé à 1591 plantes le 22 avril 2019, a fortement baissé, surtout dans la partie sud où la fauche printanière est encore précoce (premier-plan sur la photo (**Fig. 1b**)), par rapport à celui observé il y a 10 ans (**Fig. 1a**).

Les transplantations n'ont donné de résultats positifs que dans la prairie de Jaggesseiju, près d'une rigole. Le broutage et les fauches répétées menacent les 11 plantes restantes (**Tab. 4**). Celles de Leukerfeld et de Turtiggrund ont quasi disparu, faute de milieu adéquat.

Les cardamines plantées dans les deux nouveaux sites de Mutt et de Bergackerli ont bien repris et fleuri au printemps 2018, grâce aux exclos (**Fig. 7**); ils ont souffert à l'automne

du broutage et du piétinement par le bétail et d'un milieu qui s'est avéré inapproprié. Seules deux plantes ont pu survivre et fleurir à Mutt en avril 2019 dans l'unique microparcelle demeurée clôturée (**Tab. 4**). Pour de nouvelles plantations, il faudrait les installer dans des prairies de fauche inondées au printemps, non broutées avant le 15 juin.

CONTRATS D'EXPLOITATION

Un premier contrat d'exploitation a été signé en octobre 2015 pour 5 ans, entre le SFCEP et l'agriculteur A de la parcelle la plus abondante en cardamines de Matthioli, par l'intermédiaire du bureau Valeco. Un autre contrat d'exploitation a été conclu avec l'agriculteur B de la deuxième parcelle à cardamines de Matthioli en 2017 pour 5 ans.

Ces deux contrats exigent de la part des agriculteurs concernés, contre rémunération, un comportement tenant compte des paramètres évoqués plus haut. Un contrôle annuel des pratiques culturales sur ces parcelles est effectué.

DISCUSSION

La présence de la cardamine de Matthioli en Valais interpelle les botanistes. Depuis le milieu du 18^e siècle, cette espèce n'était connue en Suisse qu'au Tessin. Dans sa Flora Comense, COMOLLI (1847: 157-159) en donne sa description détaillée et la signale en fleur au début du printemps dans les prairies humides de la province de Côme, de la Valtellina et du canton du Tessin. De distribution balkanique principalement, le sud des Alpes constitue les confins de son aire de répartition occidentale. Le climat insubrique qui caractérise la région des lacs (lac Majeur, lac de Lugano, lac de Côme, etc.) lui est naturellement favorable par la quantité de précipitations annuelles qu'elle reçoit (> 1300 mm, soit 2x plus qu'à Visp). Dans la plaine du Pô, de même qu'au bord de la March dans la Basse-Autriche, cette espèce profite des inondations temporaires des cours d'eaux. À Turtmann, si dans le passé,

la cardamine de Matthioli s'est probablement installée, favorisée par les inondations produites par la Turtmäna, elle s'est maintenue jusqu'à nos jours, malgré l'endigement de la rivière et la construction du barrage hydroélectrique en amont. Cette espèce est aujourd'hui liée à l'activité humaine, c'est-à-dire au maintien des pratiques paysannes ancestrales. Cela est d'autant plus important que la durée de vie des plantes, limitée à 3-4 ans, nécessite une germination quasi annuelle des graines *in situ*.

Il est vraisemblable que la cardamine de Matthioli soit arrivée en Valais, non pas par la voie rhodanienne, car elle est absente en France, mais par le col du Simplon (situé à 2005 m/alt.), depuis la Lombardie via le val Divedro en amont de Domodossola. Sa présence dans le Haut-Valais pourrait résulter d'une installation post-glaciaire à partir de zones refuges du sud des Alpes (FRANZKE & HURKA 2000), comme l'ont été du reste *Onosma helvetica* (VOUILLAMOZ 2001, KOLARČIK 2014) et d'autres espèces (PARISOD & al. 2018). P. Keusch (com. pers.) pense que des graines de cardamine de Matthioli, mures déjà en mai au nord de l'Italie, ont été probablement transportées à Turtmann par des oiseaux en migration, restant quelques jours dans la plaine haut-valaisanne avant de franchir les Alpes bernoises. Cette hypothèse est du reste corroborée par la publication de CARLSEN & al. (2009) qui se réfèrent aux observations de AL-SHEBAZ (1988) relatant que dans des conditions d'humidité, les semences de cardamine devenant mucilagineuses adhèrent aux animaux. Ainsi, les oiseaux représentent un mode habituel de dispersion des espèces à travers de vastes régions.

CONCLUSION

Dix ans après la découverte de la cardamine de Matthioli dans deux prairies de fauche de la plaine de Turtmann (Valais), diverses menaces ont failli la faire disparaître (construction d'une route cantonale de contournement

du village, suppression de bisses d'arrosage secondaires et tertiaires, mouvements de terre avec semis de prairies artificielles, fauche trop précoce, ainsi qu'une fumure intensive). Les résultats positifs des multiplications de 2015 et de 2017 et la conclusion de contrats d'exploitation avec les deux agriculteurs concernés ont permis un sauvetage in extremis de cette espèce.

En effet, quelque 2000 plants, élevés à partir de graines de l'écotype local, ont aidé au maintien des populations malgré les déprédations. Les plantations dans de nouvelles stations en dehors de ces prairies n'ont pas donné les résultats espérés.

La pérennité des populations de cette rareté suisse se bute aux pratiques culturales agricoles actuelles visant l'optimum de production fourragère à moindre coût. Elle dépend du respect par les deux agriculteurs concernés, plus ou moins sensibles et ouverts à la sauvegarde de l'espèce, des directives précises des contrats.

En favorisant l'inondation de ces prairies par des bisses d'arrosage, on maintient non seulement la cardamine de Matthioli, mais un paysage unique en Valais et toute une avifaune.

Au Tessin et en Valais, cette espèce, fortement dépendante des activités humaines, est aussi en danger d'extinction (EN). En parlera-t-on encore dans 10 ans? Il est impératif que la Suisse et ces deux cantons veillent à sa conservation.

REMERCIEMENTS

Nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui ont apporté leur soutien à ce projet, à savoir: † Prof. Elias Landolt de l'ETHZ pour son aide scientifique et son soutien à la sauvegarde de cette espèce, alors qu'il était gravement atteint dans sa santé, Stefan Eggenberg et Sybil Rometsch d'Info Flora pour les contacts et

pour la traduction du résumé en allemand, Christophe Randin et Joëlle Magnin-Gonze pour la consultation de l'Herbier au Musée botanique de Lausanne, Laurent Gautier et Nicolas Fumeaux des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève pour la consultation de l'Herbier, Olivier Guex, Peter Keusch et Yann Clavien du SFCEP, Pierre-Alain Oggier et Arnold Steiner de l'Office de construction des routes nationales, Jean-François Burri botaniste, Olivier Putallaz du bureau valeco, Elodie Keim-Rey et Alain Broccard de BINA Engineering SA, Marcel et Gabriel Amman agriculteurs, Elias Bittel agriculteur et Viktor Bregy ingénieur forestier pour leurs renseignements sur Turtmann, Prof. Dr. Karol Marhold et Judita Zozomová-Lihová de l'Université de Bratislava pour leur collaboration scientifique, Prof. Yvonne Willi de l'Université de Bâle pour le résultat de ses recherches, Dr. Hermann Voglmayr de l'Université de Vienne, Reto Nyffeler de l'Université de Zurich, Michel Desfayes, à Saillon, pour la traduction du résumé en anglais et la relecture du texte, Jean-Claude Praz, ancien directeur du Musée de la nature du Valais, Giancarlo Donadelli, collaborateur botaniste au Musée d'Histoire naturelle de Morbegno (Valtelline, Italie), Giuseppina Marguerettaz, Maria Laura Giubini, † Philippe Werner, Prof. Jean-Michel Fallot de l'Université de Lausanne, Claude-Alain Carron, Pascal Rey, Nestor Fabian Caraballo, Jacqueline Détraz-Méroz pour la relecture attentive du texte et pour sa collaboration dans la consultation des herbiers de Sion et de Genève.

EXTENDED SUMMARY

Cardamine matthioli Moretti: Systematic and chorology-Saving a recently discovered but already threatened species in the canton of Valais.

In the family of Brassicaceae, *Cardamine matthioli* Moretti belongs to the *Cardamine pratensis* aggregate, as do also *C. pratensis* L., *C. rivularis* auct. non Schur, *C. dentata* Schult., *C.*

udicola Jord. and *C. nemorosa* Lej. In the canton of Valais, it is found in the periodically irrigated, nutrient-rich mown meadows (*Arrhenatherion elatioris* W. Koch 26) in the plain of Turtmann. First observed in 2009, this rare species from Switzerland, known only from the canton of Ticino, was soon threatened by the construction of a road. Subsequently a cantonal safeguard project supported by Info Flora was undertaken. Its objective was to relocate, between 2013 and 2017, the plants that were bound to disappear and to multiply this species in order to strengthen natural populations and increase the number of sites in the area. The study of its biology and ecology facilitated the method of breeding new plants and the choice of new sites. Two plantings were made in autumn in the meadows concerned and in the surrounding areas. The high recovery rate in the original sites has responded to our expectations, unlike the replantings in new locations that remained random. Operating contracts have been signed with the two farmers concerned. Indeed, the survival of *Matthioli's* Bittercress populations depends on the continuation of ancestral cultural practices, such as flood watering through the maintenance of the irrigation channels, the late spring mowing favoring the maturity and dissemination of seeds, and finally a moderate manuring.

BIBLIOGRAPHIE

- ADLER, W., K. OSWALD, R. FISCHER 1994. *Exkursionsflora von Österreich*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien, 1180 p.
- ADRIAENSEN, D. 2011. *Le latin du jardin*, Larousse, Paris, 351 p.
- AL-SHEHBAZ, I. A. 1988. The genera of Arabideae (*Cruciferae*, *Brassicaceae*) in the southeastern United States. *J. Arnold. Arb.* 69 (2): 85-166.
- ANČEV, M. 2006. Polyploidy and hybridization in Bulgarian Brassicaceae: distribution and evolutionary. *Phytologia Balcanica*, Sofia 12 (3): 357-366.
- ANČEV, M., P. YURUKOVA-GRANCHAROVA, P. IGNATOVA, V. GORANOVA, S. STOYANOV, E. YANKOVA-TSVETKOVA & N. NEYKOV 2013. *Cardamine x rhodopensis* (*Brassicaceae*), a triploid hybrid from the West Rhodope Mts:

- Morphology, distribution, relationships and origin. *Phytologia Balcanica* 19 (3) Sofia: 323-338.
- ANONYME, 2007. Lange Luss II: *Nachhaltige Bewirtschaftung im Überflutungsraum, Naturschutzfachliche Expertise*, Naturschutzbund NÖ Im Auftrag des Distelvereins, 74 p. + Katalog der Gefäßpflanzen der Wiesen in der Langen Luss (Einschließlich vegetationskundlicher Charakterisierung und naturschutzfachlicher Bewertung).
- ADLER, W., K. OSWALD & R. FISCHER 1994. *Exkursionsflora von Österreich*. Ulmer Stuttgart, 1180 p.
- AESCHIMANN, D. & H.M. BURDET 1994. *Flore de la Suisse - Le nouveau Binz*. Editions du Griffon, Neuchâtel, 603 p.
- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. MOSER & J.-P. THEURILLAT 2004. *Flora alpina*. Volume I. Belin, Paris, 1159 p.
- BECHERER, A. 1956. *Flora vallesiaca supplementum*, Supplement zu Henri Jaccards Flore valaisanne. *Mém. Soc. Helv. Sc. Nat.* 81, 556 p.
- BINZ, A. & E. THOMMEN 1941. *Flore de la Suisse*. F. Rouge, Librairie de l'université, Lausanne, 421 p.
- BOJNANSKY, V. & A. FARGASOVA 2007. *Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora, The Carpathian Mountains Region*, Springer, Dordrecht, 1046 p.
- BORNAND, C., A. GYGAX, P. JUILLERAT, M. JUTZI, A. MÖHL, S. ROMETSCH, S. SAGER, H. SANTIAGO & S. EGGENBERG 2016. *Liste rouge Plantes vasculaires. Espèces menacées de Suisse*. Office fédéral de l'environnement, Berne et Info Flora, Genève. *L'environnement pratique* n° 1621: 178 p.
- CARLSEN, T., W. BLEEKER, H. HURKA, R. ELVEN & CH. BROCHMANN 2000. Biogeography and Phylogeny of *Cardamine* (*Brassicaceae*). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96 (2): 215-236. Missouri Botanical Garden Press.
- CHARPIN, A. & D. JORDAN 1992. Catalogue floristique de la Haute-Savoie, *Mémoires de la Société botanique de Genève* no 2 (2): 271.
- CHYTRÝ, M., T. KUČERA, M. KOČI 2001. *Katalog biotopu České republiky*, 304 p.
- COMOLLI, G. 1847. *Flora Comense* Vol. 5, 477 p., Co'di Tipi di Pietro Bizzoni, Pavia.
- CONTI, F., G. ABBATE, A. ALESSANDRINI, C. BLASI 2005. *An Annotated Checklist of the Italian vascular Flora*, 420 p.
- D'ANGREVILLE M. J.-E. 1862. *La Flore Valaisanne*, Marc Mehling, Librairie-Editeur, Genève et Asselin, librairie, Paris, 218 p.
- DELARZE, R., Y. GONSETH, S. EGGENBERG, M. VUST 2015. *Guide des milieux naturels de Suisse, Ecologie - Menaces - Espèces caractéristiques*. Ed. Rossolis, Bussigny, 3^e édition, 435 p.
- EGGENBERG, S. & A. MÖHL 2008. *Flora Vegetativa*. Un guide pour déterminer les plantes de Suisse à l'état végétatif. Rossolis, 680 p.
- EGGENBERG, S., C. BORNAND, P. JUILLERAT, M. JUTZI, A. MÖHL, R. NYFFELER & H. SANTIAGO 2018. *Flora Helvetica Guide d'Excursions*, Info Flora, Haupt Verlag, 813 p.
- FOURNIER, P. 1990. *Les quatre Flores de France*. Nouveau tirage, Editions Lechevalier, Paris, 1103 p.
- FRANZKE, A. & H. HURKA 2000. Molecular systematics and biogeography of the *Cardamine pratensis* complex (*Brassicaceae*). *Plant. Syst. Evol.* 224: 213-234.
- GAO-LIN WU, ZHI-HUA SHI, 2013. Germination strategies of 20 alpine species with varying seed mass and light availability. *Australian journal of Botany* 61: 404-411.
- GAUDIN, J. F. G. P. 1829. *Flora Helvetica; sive Historia stirpium hucusque cognitarum in Helvetia et in tractibus conterminis aut sponte nascentium aut in hominis animaliumque usus vulgo cultarum continuata*. Vol. 4. Turici Sumptibus Orellii, Fueslini et Sociorum, 663 p. + 5 planches couleurs.
- GREMLI, A. 1886. *Flore analytique de la Suisse*. Traduction en français de la 5^e édition allemande par J. J. Vetter, Georg, Bâle, 588 p.
- GUINOCHET, M. & R. DE VILMORIN 1982. *Flore de France*, Fascicule 4, Editions du CNRS, Paris, p. 1201-1595.
- HALLER, A. v. 1769. *Nomenclator ex Historia plantarum indigenarum Helvetiae excerptus*. Sumptibus Societatis Typographicae, Berne, 216 p.
- HEGI, G. 1915. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Bd. IV Teil I, Erste Auflage, Lehmann Verlag München, 491 p.

- HEGI, G. 1986. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Bd. IV Teil I, Dritte, überarbeitete und erweiterte Auflage, Parey Verlag, 596 p.
- HESS, H.E., E. LANDOLT, R. HIRZEL 1977. *Flora der Schweiz*, Vol. 2, 2^e éd., 956 p.
- HESS, H.E., E. LANDOLT, R. HIRZEL 1980. *Flora der Schweiz*, Vol. 3, 2^e éd., 876 p.
- JACCARD, H. 1895. Catalogue de la Flore valaisanne. *Nouv. Mém. Soc. Helv. Sc. Nat.* 34, 472 p.
- KÄSERMANN, C. 1999. *Cardamine matthioli* (CR). *Fiches pratiques pour la conservation - Plantes à fleurs et fougères*, OFEFP/CPS/CRSF/PRO NATURA, p. 96 et 97.
- KÄSERMANN, C. 2001. Matthiolis Schaumkraut-Billeri di Matthioli *Cardamine matthioli* Moretti, *Aktionsplan für den Kanton Tessin zur Erhaltung und Förderung der vom Austerben bedrohten Art* (CR), Im Auftrag von Pro Natura Ticino, 9 p.
- KERGUÉLEN, M. 1993. *Index synonymique de la Flore de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 228 p. (Patrimoines naturels; 8).
- KOLARČIK, V., J. ZOZOMOVÁ - LIHOVÁ, E. DUCÁR & P. MÁRTONFI 2014. Evolutionary significance of hybridization in *Onosma* (Boraginaceae): analyses of stabilized hemisexual odd polyploids and recent sterile hybrids. *Biological Journal of the Linnean Society*, 112: 89-107. + 6 figures.
- KUČERA, J. & E. LANDOLT 2006. New Records on the Occurrence, Distribution and Chromosome Numbers of *Cardamine amara* and the *C. pratensis* Group (*Brassicaceae*) in Croatia. *Phyton (Horn)*, Vol. 46 (1): 99-111.
- LANDOLT, E. 1994. Chromosome Numbers of the Genus *Cardamine* L. (*Cruciferae*) in the Carpathians and in Pannonia. *Phyton (Horn)*, 34 (1): 19-34.
- LANDOLT, E. & K. URBANSKA-WORYTKIEWICZ 1972. Zytotaxonomische Untersuchungen an *Cardamine pratensis* L. s.l. im Bereich der Schweizer Alpen. *Ber. Deutsche Bot. Ges.* 84: 683-690.
- LANDOLT, E., B. BÄUMLER, A. ERHARDT, O. HEGG, F. KLÖTZLI, W. LÄMMLER, M. NOBIS, K. RUDMANN-MAURER, F. H. SCHWEINGRUBER, J.-P. THEURILLAT, E. URMI, M. VUST & T. WOHLGEMUTH 2010. *Flora indicativa. Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*. Conservatoire et Jardin botaniques Ville de Genève et Haupt Berne, 378 p.
- LAUBER, K. & G. WAGNER 2007. *Flora helvetica*, 3^e édition, Haupt, Berne, 1630 p.
- LAUBER, K., G. WAGNER & A. GYGAX 2012. *Flora helvetica*, 4^e édition, Haupt, Berne, 1656 p.
- LAUBER, K., G. WAGNER & A. GYGAX 2018. *Flora helvetica*, 5^e édition, Haupt, Berne, 1686 p.
- LIHOVÁ, J. & K. MARHOLD, 2003. Taxonomy and distribution of the *Cardamine pratensis* Group (*Brassicaceae*) in Slovenia. *Phyton (Horn)*, Vol. 43 (2): 241-261.
- LÖVKVIST, B. 1956. The *Cardamine pratensis* complex. Outline of its cytogenetics and taxonomy. *Symbolae Botanicae Upsaliensis* 14/2: 1-131.
- MANDÁKOVÁ, T., A. KOVARIK, J. ZOZOMOVÁ - LIHOVÁ, R. SHIMIZU - INATSUGI, K. K. SHIMIZU, K. MUMMENHOFF, K. MARHOLD & M. LYSAK 2013. The More the Perrier: recent Hybridization and Polyploidy in *Cardamine*. *The Plant Cell*, Vol. 25: 3280-3295.
- MANDÁKOVÁ, T. 2017. Multiple pattern of genome evolution in the *Brassicaceae*: a lesson from the polyploid-rich genus *Cardamine*. Communication lors du SCANDEM 2017 - June 5-9, 2017.
- MARHOLD, K. 1994. Taxonomy of the genus *Cardamine* L. (*Cruciferae*) in the Carpathians and Pannonia. I. *Cardamine Pratensis* Group. *Folia Geobot. Phytotax.* 29: 335-374.
- MARHOLD, K. 1996. Multivariate morphometric study of the *Cardamine pratensis* Group (*Cruciferae*) in the Carpathian and Pannonian area. *Pl. Syst. Evol.* 200: 141-159.
- MARHOLD, K. 2000. Chromosome numbers of the *Cardamine pratensis* Group in Austria with taxonomic remarks. *Florae Austriacae Novitates* 6: 1-6.

- MARHOLD, K. & K. TAN 2000. The distribution of *Cardamine matthioli* (*Brassicaceae*) in Greece. *Thaiszia - J. Bot. Kosice* 9 (1999): 109-112.
- MARHOLD, K., J. LIHOVÁ, M. PERNÝ & W. BLEEKER 2004. Comparative ITS and AFLP Analysis of Diploid *Cardamine* (*Brassicaceae*) Taxa from Closely Related Polyploid Complexes. *Annals of Botany* 93: 507-520.
- MARHOLD, K., M. SLENKER & J. ZOZOMOVÁ - LIHOVÁ 2018. Polyploidy and hybridization in the Mediterranean and neighbouring northern areas: examples for the genus *Cardamine* (*Brassicaceae*). *Biologia Serbica* 40: 47-59.
- MURITH, L.-J. 1810. *Le Guide du botaniste qui voyage dans le Valais*. Lausanne, 109 p.
- PARISOD, CH., G. BESNARD & P. HAINARD 2018. Le Simplon: voie de transit pour les plantes et carrefour de transit de la biodiversité alpine. *Bull. Murithienne* 135: 23-38.
- PAROZ, R. & M.-M. DUCKERT - HENRIOD 1998. *Catalogue de la Flore du Canton de Neuchâtel*. Editions du Club Jurassien, Neuchâtel, 559 p.
- PERNÝ, M. & K. MARHOLD 2006. A new triploid hybrid in *Cardamine* (*Brassicaceae*) found in NW Greece. - In: *Abstr. 4th Balkan Bot. Congr., 20-26 June 2006*, p. 190. Sofia.
- PERRIER DE LA BÂTHIE, E. 1917. *Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie*. Librairie des sciences naturelles Paul Klincksieck Léon Lhomme, Paris, 415 p.
- PIGNATTI, S. 1982. *Flora d'Italia*. Vol. I, Bologna, Edagricole. 790 p.
- REUTER, G.F. 1861. *Catalogue des plantes vasculaires qui croissent naturellement aux environs de Genève*, 2^e édition, Librairie allemande de J. Kessmann, 300 p.
- REY, CH. 2013. Rapport 2013. Mandat de conservation des populations valaisannes de cardamine de Matthioli (*Cardamine matthioli* Moretti) pour le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais, 12 p.
- REY, CH. 2014. Rapport 2014. Mandat de conservation des populations valaisannes de cardamine de Matthioli (*Cardamine matthioli* Moretti) pour le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais, 7 p.
- REY, CH. 2015. Rapport 2015. Mandat de conservation des populations valaisannes de cardamine de Matthioli (*Cardamine matthioli* Moretti) pour le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais, 17 p.
- REY, CH. 2016. Rapport 2016. Mandat de conservation des populations valaisannes de cardamine de Matthioli (*Cardamine matthioli* Moretti) pour le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais, 10 p.
- REY, CH. 2017. Rapport 2017. Mandat de conservation des populations valaisannes de cardamine de Matthioli (*Cardamine matthioli* Moretti) pour le Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais, 11 p.
- REYNARD, E. 1995. L'irrigation par les bisses en Valais. Approche géographique, in: *Les Bisses*, Actes du Colloque international sur les bisses, Sion, 15-18 septembre 1994, *Annales valaisannes* 70: 47-64.
- RION, A. 1872. *Guide du botaniste en Valais*. Librairie A. Galerini, Sion, 252 p.
- ROTHMALER, W. 1994. *Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: kritische Band 4, 8. Auflage*, Gustav Fischer Verlag, Jena, 811 p.
- SCHINZ, H. & R. KELLER 1905. *Flora der Schweiz*. II Teil: Kritische Flora, Verlag von Albert Raustein, Zürich, 400 p.
- SCHULZ, E. 1903. Monographie der Gattung *Cardamine*. Separat-Abdruck aus *Engler's Botanischen Jahrbüch*, 32 Bd 4, 131 p.
- SCHUR, J. F. 1885. *Enumeratio Plantarum Transsilvaniae*. p. 46-50. Vindobonae. Sumpibus Caroli Graeser.
- THEURILLAT, J.-P., C. SCHNEIDER & C. LATOUR 2011. *Atlas de la flore du canton de Genève. Catalogue analytique et distribution de la flore spontanée*. Ed. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (publication

- hors-série no 13), Société botanique de Genève, 720 p.
- TISON, J.-M. & B. DE FOUCAULT 2014. *Flora Gallica*, Biotope Editions, Mèze, 1196 p.
- TUTIN T. G., V. H. HEYWOOD, N. A. BURGESS, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB 1964. *Flora europaea* vol. 1. Cambridge University Press Cambridge, 464 p. + 5 cartes.
- URBANSKA-WORYTKIEWICZ, K. & E. LANDOLT 1974a. Remarques sur l'aneuploïdie chez *Cardamine pratensis* L. s.l. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübel*, Heft 42, Jahre 1972 und 1973: 31-41.
- URBANSKA-WORYTKIEWICZ, K. & E. LANDOLT 1974b. Biosystematic investigations in *Cardamine pratensis* L. s.l. I Diploid taxa from Central Europe and their relationships. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule Stiftung Rübel*, Heft 42, Jahre 1972 und 1973: 42-139.
- URBANSKA, K. M., H. HURKA, E. LANDOLT, B. NEUFFER & K. MUMMENHOFF 1997. Hybridization and evolution in *Cardamine* (*Brassicaceae*) at Urnerboden, central Switzerland: biosystematic and molecular evidence. *Plant Systematics and Evolution*. 204: 233-256.
- VACCARI, L. 1904-1911. *Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la vallée d'Aoste*, Volume 1^{er} Thalamiflores et Calyciflores, Imprimerie catholique, Aoste, 684 p.
- VOGLMAYR, H., Y.-J. CHOI & H.-D. SHIN 2014. Multigene phylogeny, taxonomy and reclassification of *Hyaloperonospora* on *Cardamine*. *Mycol Progress* 13: 131-144.
- VOUILLAMOZ, J. 2001. *Approches cytotoxonomique et moléculaire de la phytogéographie des taxons du genre *Onosma* (*Boraginaceae*) en Suisse et dans les pays limitrophes*. Thèse Université de Lausanne. 2 tomes.
- WELTEN, R. M. & R. SUTTER 1982. *Atlas de distribution des ptéridophytes et des phanérogames de la Suisse* Vol. 1, Birkhäuser Verlag, Basel, 716 p.
- WERNER, PH. 1995. Les bisces et leur environnement

- naturel en Valais: utilité des observations de la végétation actuelle pour les reconstitutions historiques. In: *Annales valaisannes: bulletin trimestriel de la Société d'histoire du Valais romand*, p. 75-90.
- WU, G.-L., G.-Z. DU & Z.-H. SHI 2013. Germination strategies of 20 alpine species with varying seed mass and light availability. *Australian journal of Botany* 61: 404-411.
- ZANOTTI, E. 1991. Flora della pianura Bresciana centro-occidentale. Comprensiva delle zone golenali bergamasche e cremonesi del corso medio del fiume Oglio. *Monografie di «Natura Bresciana» N. 16-1991*, Museo civico di scienze naturali di Brescia, Tipografia Fratelli Geroldi, Brescia, 203 p.
- ZOZOMOVÁ-LIHOVÁ, J., K. KRÁK, T. MANDÁKOVÁ, K. K. SHIMIZU, S. SPANIEL, P. VÍT, & M. LYSÁK 2014. Multiple hybridization events in *Cardamine* (*Brassicaceae*) during the last 150 years: revisiting a textbook example of neoallopolyploid. *Annals of Botany* 113 (5): 817-830.

SITES INTERNET CONSULTÉS

- <https://www.infoflora.ch>
- Natura 2000 «Cahiers d'habitats» tome 4, volume 2, page 363 https://inpn.mnhn.fr/docs/cahab/tome4_2
- Atlas biotopov Slovenska sbs.sav.sk/atlas/Lk7 Psiarkové aluviálne lúky
- https://www.actaplantarum.org/galleria_flora/galleria1.php?aid=1537
- <https://www.meteosuisse.admin.ch>
- <https://map.geo.admin.ch>
- <https://www.swisstopo.admin.ch/fr/connaissances-faits/images.../aerial-photo.html>

HERBIERS CONSULTÉS

- Herbarium de l'ETHZ, par Reto Nyffeler (nombreuses parts contrôlées dont 23 photographiées) avec notamment les parts d'herbier de Masson récoltées au marais d'Entreroches, Vaud (1868), de Jaquet au Lac de

- Muzzano près de Lugano (1917), de Sulger Büel au Lido d'Ascona (1950) et de Landolt à Origgio See (1998). Dans l'Herbarium de l'ETHZ se trouve l'Herbier des chanoines du Grand St-Bernard qui comprend en particulier les parts de Delasoie à Troistorrents (vers 1860), de Favre à la Porte du Scex (1875), de Wolf à Saxon (1880) et de Farquet à la Porte du Scex (1912) et à la Sarvaz à l'ouest de Saillon (1918).
- Herbarium du Valais au Musée de la nature à Sion, par Jacqueline Détraz-Méroz.
- Herbarium du Jardin botanique de Lausanne, par Christophe Randin (> 57 parts contrôlées).
- Herbarium des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, par Laurent Gautier et Nicolas Fumeaux (> 67 parts contrôlées).
- Erbario Museo Civico di Storio Naturale di Morbegno, par Giancarlo Donadelli.

CARTES TOPOGRAPHIQUES CONSULTÉES

- NAPOLÉON 1802 (extrait 7-H du plan de la route du Simplon dans la région de Turttmann établi par les ingénieurs géographes de Napoléon sous la direction de Nicolas Céard); DUFOUR 1860; SIEGFRIED 1900, 1907; CN 2018.

	3	2	1	1	1	2	+		+		+	
<i>Trifolium pratense</i>												
<i>Trifolium sp.</i>												+
<i>Trisetum flavescens</i>	2											
<i>Veronica chamaedrys</i>											+	
<i>Vicia cracca</i>	+											
Cynosurion code 4.5.3 (Pâturage de basse altitude)												
<i>Bellis perennis</i>									+			
<i>Carum carvi</i>	+											
<i>Cynosurus cristatus</i>	r											
<i>Festuca rubra</i>	l											
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.	+											
<i>Lolium perenne</i>	r											
Alopecurion rendlei Zeidler 1954 syn. <i>Alopecurion utriculatus</i> (Praine hygrophile fauchée, prairie inondable, plaine du Pô)												
<i>Alopecurus rendlei</i>										l		
<i>Veronica serpyllifolia</i> ssp. <i>serpyllifolia</i>	+	+										
Cnidion dubii Corine 37.23 Habitats Natura 2000 6440 (Praine inondable subcontinentale à <i>Cnidium</i>)												
<i>Allium angulosum</i>											+	
<i>Aster lanceolatus</i> (néophyte)											+	
<i>Barbarea stricta</i>											+	
<i>Carex praecox</i>											l	
<i>Carex vulpina</i>											+	
<i>Cerastium dubium</i>											+	
<i>Clematis integrifolia</i>											+	
<i>Cnidium dubium</i>											+	
<i>Euphorbia dulcis</i>											+	
<i>Inula salicina</i>											+	

<i>Lysimachia nummularia</i>												l	
<i>Leucogonum aestivum</i>											+		
<i>Plantago altissima</i>											l		
<i>Potentilla reptans</i>											l		
<i>Ranunculus repens</i>		3			l						3	+	2
<i>Serratula tinctoria</i>											l		
<i>Silene flos-cuculi</i>	+					+						l	
<i>Symphytum officinale</i>											+		
<i>Veronica longifolia</i>											l		
<i>Viola persicifolia</i>												+	
Molinion code 2.3.1 (Praine à molinie)													
<i>Galium boreale</i>											+		
<i>Lotus maritimus</i>		l											
<i>Sanguisorba officinalis</i>												l	
<i>Succisa pratensis</i>									+				+
Calthion code 2.3.2 (Praine à populage)													
<i>Geum rivale</i>	+												
<i>Juncus articulatus</i>	+												
<i>Myosotis scorpioides</i>	+												
<i>Scirpus sylvaticus</i>												+	l
Aegopodion + Alliarion code 5.1.5 (Ourlet nitrophile mésophile)													
<i>Ajuga reptans</i>	+								+			+	
<i>Crucata laevipes</i>												l	
<i>Geranium pyrenaicum</i>													
<i>Glechoma hederacea</i>											l		+

Lieux et Dates	Noms locaux	Milieux	Propriétaires / Exploitants	Coordonnées CH1903/LY03	Alt. m	Lieux contrat	Nb de pls plantés	Date compage	Nb pls repris	Taux reprise %	Nb pls avr-16	Nb pls avr-19
Transplantation (5.06.2013)	Leukerfeld	prairie pâturée		618816/128120	620	Leukerfeld	15	avr-15	0		0	0
	Turtigrund	marais renaturé	OCRN	626815/128120	632,3	Z'Murt	78	avr-15	10		0	2
	Jaggesselju	prairie de fauche humide	Ammann	619192/128093	620,6	Jaggesselju	20	avr-15	19		0	0
et plantation (2.10.2015)	Jaggesselju	prairie de fauche humide	Ammann	619192/128093	620,6	Jaggesselju	40				10	11
1^{ère} plantation (2.10.2015)												
Turtmann site naturel	Undri Milchijju	prairie de fauche	Ammann	619789/127867	623,8	périmètre sous contrat	882	4/15/2016	800	90	1200	
Turtmann site naturel	Undri Milchijju	prairie de fauche	Bittel	619697/127900	623	périmètre sous contrat	105	4/15/2016	85	81	830	
Total plantes fleuries Turtmann le 14.04. 2016: 2030												
2^e plantation (18.25.10.2017)												
Turtmann site naturel	Undri Milchijju	prairie de fauche	Ammann	619789/127867	623,8	périmètre sous contrat	500			bonne		1591
Turtmann site naturel	Undri Milchijju	prairie de fauche	Bittel	619697/127900	623,8	périmètre sous contrat	430			bonne		1011
Total plantes fleuries Turtmann le 20.04. 2018: > 2000												
3^e plantation (25.10.2017)												
Murt/Raron nouveau site	Z'Murt	marais + clôture	OCRN ¹	628815/127759	637		35			bonne		0
Unterems/Turtmann nouveau site	Wildgrund	prairie humide + clôture	OCRN	628598/127793	637		35			bonne		2
		prairie humide + clôture	OCRN	622238/128120	629		25			bonne		0
		prairie humide + clôture	OCRN	622263/128115	629		25			bonne		0
		prairie humide	OCRN	622247/128093	629		18			bonne		0
							Total planté	2208				
Total plantes fleuries Turtmann le 22.04. 2019: 2617												

Tableau 4 - Transplantations et plantations de *Cardamine matthioli* - Estimation du nombre de plantes.¹ OCNR = Office de construction des routes nationales

DES GRAINES VALAISANNES EN BANQUE DE SEMENCES : BILAN DE 20 ANS DE RÉCOLTE EN VALAIS

CATHERINE LAMBELET¹ & JACQUELINE DÉTRAZ - MÉROZ¹

Bull. Murithienne 136/2018: 83 - 123

Durant 20 ans, dans le cadre de leurs activités de conservation des espèces menacées, les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG) ont mené différents projets de récolte de graines en Valais. Lors de ces prospections, parfois avec l'aide de naturalistes locaux, de nombreuses populations d'espèces menacées, subendémiques ou patrimoniales ont été récoltées et stockées dans la banque de semences, une infrastructure de conservation *ex situ* particulièrement adaptée aux jardins botaniques et unique en Suisse. Durant les trois dernières années (2016 à 2018) le canton du Valais a été intégré dans les activités suisses du «Alpine Plant Conservation and Research Project». Outre la liste complète des taxons stockés fin 2018 et la carte des localités, une annexe décrit précisément les régions prospectées et les taxons qui y ont été récoltés. Cet état des lieux est destiné à toutes les personnes concernées qui désirent s'informer sur les possibilités offertes par ces stocks de graines, particulièrement pour de futurs projets de conservation.

Walliser Samen in der Samenbank: 20 Jahre Ernte im Wallis. Das Konservatorium und der Botanische Garten der Stadt Genf (CJBG) führen im Rahmen ihrer Aktivitäten zum Schutz bedrohter Arten seit 20 Jahren verschiedene Samenernteprojekte im Wallis durch. Während dieser Erhebungen wurden, manchmal mit Hilfe lokaler Naturforscher, viele Populationen bedrohter, subendemischer oder historischer Arten geerntet und in der Samenbank gelagert, einer *Ex-situ*-Schutzinfrastruktur, die speziell an botanische Gärten angepasst und in der Natur einzigartig in der Schweiz ist. In den letzten drei Jahren (2016 bis 2018) wurde der Kanton Wallis in die schweizerischen Aktivitäten des «Alpine Plant Conservation and Research» Project eingebunden. Neben der vollständigen Liste der Ende 2018 gelagerten Taxa und der Karte der Ortschaften werden in einem Anhang die untersuchten Regionen und die dort gesammelten Taxa genau beschrieben. Diese Bestandsaufnahme richtet sich an alle Betroffenen, die sich über die Möglichkeiten dieser Saatgutbestände insbesondere für künftige Naturschutzprojekte informieren möchten.

Mots clés :graines, banque de semences, bulbillés, Valais, espèces rares et menacées, conservation *ex situ* et *in situ***Schlüsselwörter :**Samen, Samenbank, Bulbillen, Wallis, seltene und gefährdete Arten, *ex situ* und *in situ* Erhaltung¹ Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
Case postale 71
1292 Chambésy - Genève

INTRODUCTION

DE L'UTILITÉ DES BANQUES DE SEMENCES

La banque de semences¹ des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG) a été fondée en l'an 2000 lors de la création d'un secteur dédié à la conservation des plantes menacées. Dès lors, de nombreuses activités de conservation *ex situ* et *in situ* conduites en étroite relation entre elles ont été développées.

Une banque de semences est un des principaux outils utilisés pour la conservation *ex situ* des plantes menacées, que ce soient des plantes cultivées ou des plantes sauvages. Les banques de semences de plantes sauvages sont plus récentes, plus limitées en nombre, pour lesquelles des procédures particulières ont été développées (LAMBELET-HAUETER 2015).

Les jardins botaniques sont des institutions particulièrement adaptées à pratiquer la conservation des espèces menacées (APLIN 2008) et les actions qu'ils peuvent entreprendre sont notamment décrites dans l'Agenda international pour la conservation dans les jardins botaniques, édité par le BGCI (WYSE JACKSON & SUTHERLAND 2000) et signé par les CJBG. Les banques de semences sont de plus en plus utilisées dans le monde: plus de 400 jardins botaniques en ont développées. Elles permettent de conserver de grandes quantités de semences que l'on peut préserver à moindre coût et réutiliser ensuite dans des projets de conservation *in situ* ou des projets de recherche sur la biologie des espèces (FORT 2015). Les CJBG ont développé leurs propres protocoles pour leur banque de semences en adaptant les procédures utilisées dans différentes banques de semences du réseau européen ENSCONET (MOMBRIAL & al. 2016). Les semences conservées ont pu être utilisées dans de nombreux projets de conservation. Dans ce but, elles sont souvent multipliées par les jardiniers (LAMBELET & al. 2017).



Les tubes renfermant les graines sont scellé hermétiquement à la flamme dans la chambre sèche.

Tube de verre scellé contenant des graines d'*Orlaya grandiflora* entre deux couches d'ouate et du silicagel. Le taux d'humidité relative dans le tube se situe entre 12 et 15%.

Les tubes scellés sont stockés dans des bocaux à conserve hermétiques, qui constituent une deuxième enceinte de sécurité. Le lit de silicagel sert au contrôle visuel du taux d'humidité.

Photos Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève

¹ Les graines sont issues d'une reproduction sexuée. Les semences représentent, dans le contexte d'une banque, tous les organes de reproduction sexués ou végétatifs (bulbes, bulbilles, tubercules, rhizomes, pollens, spores).

Fin 2018, la banque de semences des CJBG abritait environ 1380 lots de graines couvrant plus de 550 taxons différents. Parmi eux, 46% figurent sur la Liste Rouge suisse (BORNAND & al. 2016). Les lots sont répartis dans plus de 7000 tubes en verre scellés hermétiquement, et individuellement, à la flamme. Une centaine de ces lots ont fait l'objet d'une multiplication au jardin botanique et ont été utilisés dans plus de 25 projets de conservation.

RÉCOLTES VALAISANNES

Depuis 1999, des récoltes de semences ont été effectuées en Valais, dans le cadre de différents projets. Il s'agit de la récolte d'espèces messicoles (de 1999 à 2008), de récoltes effectuées pour l'Index seminum des CJBG ou par des collaborateurs d'Info Flora (1999-2018), de collaboration avec des botanistes valaisans ou dans le cadre de projets valaisans (de 2001 à 2015) et finalement d'un important projet de conservation des espèces patrimoniales de l'arc alpin (projet dirigé par le Millenium Seed Bank, UK, de 2016 à 2019). Ce dernier projet, «the Alpine Plant Conservation and Research Project (APC&RP)»², réunit, outre les CJBG, cinq institutions de quatre pays alpins (MUELLER & al. 2017). Il a fait l'objet d'un soutien de la Fondation Mariétan pour les récoltes valaisannes. Durant ces 20 années, nous avons bénéficié, grâce à une collaboration avec le Service cantonal Forêts, Cours d'eau et Paysage, d'autorisations de récolte pour les espèces protégées.

Le nombre de taxons et de lots stockés durant toutes ces années étant conséquent, il nous a semblé important de diffuser l'information acquise. Cet article présente donc un bilan de toutes les récoltes effectuées dans le canton du Valais et actuellement stockées dans la banque de semences des CJBG (état à fin décembre 2018). Il présente également des remarques sur la récolte et le nettoyage de certaines espèces, particulièrement celles qui ont été récoltées ces dernières années durant le projet APC&RP. En effet, si l'on peut lire des généralités dans les protocoles de récolte et

de nettoyage, chaque espèce a des spécificités qui rendent sa préparation unique et parfois complexe. Il peut être utile pour des personnes désirant faire des récoltes de graines de se rendre compte à l'avance de certaines difficultés. La procédure de récolte a pour objectif premier d'obtenir un échantillon représentatif de la variabilité génétique de la population échantillonnée. Les procédures de nettoyage visent à l'obtention d'un échantillon de graines propres et prêtes pour le conditionnement. Les procédures ultérieures de conditionnement aboutissant à la préservation au sec et au froid de la portion de graines pour de nombreuses années sont décrites dans le manuel de fonctionnement de la banque des CJBG (MOMBRIAL & al. 2016).

Une liste des localités de récolte et des taxons sont commentées en fin d'article. Ces localités décrites d'amont en aval du Rhône ont été regroupées par région, arbitrairement définies par les auteurs. Les récoltes s'échelonnant de 1999 à 2018, certaines localités peuvent avoir été modifiées, voire détruites, et ne plus receler toutes les espèces présentées. C'est particulièrement le cas pour les espèces messicoles recherchées entre 1999 et 2005. La banque de semences peut donc jouer un rôle important de ressources en graines pour de telles localités.

Les lots conservés dans la banque de semences des CJBG ne sont pas destinés en premier lieu à la recherche, sauf si le nombre de graines récoltées est suffisant pour accéder à de telles demandes (recherche sur la biologie et l'écologie des taxons).

MÉTHODES

PLANIFICATION DES RÉCOLTES

La récolte des semences doit d'abord faire l'objet d'une planification des populations cible et des facilités d'accès à celles-ci. Durant cette étape, nous avons bénéficié de l'aide précieuse de plusieurs botanistes et naturalistes, qui nous ont

² <http://www.alpineseedconservation.eu/>



Sachet de récolte d'*Artemisia glacialis* du Val de Bagnes, espèce que l'on peut éventuellement confondre avec *A. umbelliformis*. Photo Jacqueline Détraz - Méroz

guidé au cours de ces années sur les stations. Les premières campagnes de récolte ont été consacrées aux messicoles. Leur prospection s'est appuyée sur les travaux de WALDIS (1987) et de WERNER (2001) qui a participé aux travaux sur le terrain de manière conséquente. Par la suite, le spectre des taxons recherchés s'est élargi grâce aux nouvelles publications et aux bases de données du Centre du Réseau floristique de Suisse (CRSF, aujourd'hui Info Flora) qui ont largement facilité la planification des campagnes de récolte. Dans le cadre de cette planification, il s'agit non seulement d'établir des itinéraires rationnels et de localiser les stations, mais également d'évaluer la taille des populations. Le but est de récolter des populations aux effectifs les plus larges possible, avec une variabilité génétique probablement plus élevée que des populations restreintes, et qui ne seront pas prélevées par la récolte (celle-ci étant limitée à 25% des effectifs). Le processus de récolte comprend toujours un repérage préalable pour vérifier l'état de la station et vérifier, s'il y a lieu, la détermination des taxons.

TECHNIQUES DE RÉCOLTE DES SEMENCES

La maturité des fruits et des graines est un enjeu capital pour la récolte après celui de la détermination. La récolte est plus ou moins aisée selon les espèces, les fruits doivent être à

maturité, ce qui n'est pas toujours facile à estimer. Les taxons dont la récolte est détaillée ci-dessous donnent une idée du travail à effectuer sur le terrain pour obtenir des récoltes de qualité.

Chez les astéracées, les akènes plumeux restent encore un temps accrochés au réceptacle juste avant de s'envoler. À maturité, ils s'en détachent alors facilement pour la récolte, tels ceux des *Hieracium*. Chez *Centaurea*, *Crupina* ou *Bufonia*, les capitules se referment après l'anthèse puis s'ouvrent à nouveau en large coupe pour laisser tomber leurs graines au moindre vent. L'astuce est de recueillir les graines posées dans chaque coupe sans faire bouger la plante. De même, les capitules de *Centaurea vallesiaca* s'ouvrent en laissant apparaître 2 à 4 graines posées dans une large coupe. Malheureusement à ce stade (à mi-juillet), les plantes sèches réagissent fortement au toucher et un mouvement brusque fait tomber les graines. Il semble que la récolte tôt le matin ou celle de capitules encore un peu fermés, avec un bouquet de fleurs séchées en toupet, donne les meilleurs résultats. Les akènes plumeux de *Saussurea alpina* subsp. *depressa* sont en revanche relativement faciles à attraper car ils restent plus ou moins contenus dans les capitules. Chez *Crupina vulgaris*, la difficulté réside dans le fait que la plante ne produit que très peu de graines (généralement une) dans chaque capitule.

Pour les fruits à déhiscence dynamique, tels ceux des *Geranium* ou des *Viola*, les fruits sont récoltés juste avant l'expulsion des graines. Souvent, les graines sautent au moment de saisir le fruit, ce qui est un gage de maturité, mais qui rend la récolte difficile. Chez *Viola cenisia*, les capsules ont été récoltées à peine ouvertes ou encore fermées et vertes, mais paraissant assez développées. En séchant dans le sachet en papier, toutes les capsules s'ouvrent en faisant un bruit de pop-corn, les graines peuvent être ensuite facilement ramassées au fond du sachet.

Certaines espèces, bien visibles lors de la floraison, sont beaucoup plus difficiles à repérer à maturité: c'est le cas de *Callianthemum coriandrifolium* bien visible grâce à ses corolles blanches, mais dont les pieds couchés dans l'herbe à la fructification rendent la récolte hasardeuse.

Ephedra helvetica est un exemple d'espèce dioïque. Il faut donc répertorier sur tout le site les pieds femelles de la population dans son ensemble. Leur nombre étant fréquemment inférieur à 40 pieds, soit en dessous des recommandations, il faut récolter plus de graines par pied-mère, dans la mesure du possible. Cette situation n'est cependant pas la plus favorable, car le gain en représentativité de la variabilité génétique est plus important en augmentant le nombre de pieds-mère (HOBAN & SCHLARBAUM 2014).

Les gousses d'*Astragalus excapus* s'ouvrent à maturité avec la chaleur à fin juin et la récolte est aisée. Cependant les graines relativement grosses sont aussi très prisées par les larves d'insectes et 2/3 des graines du lot récolté ont dû être jetées. D'une manière générale, les graines de fabacées sont souvent parasitées. Il faut donc les mettre en chambre sèche (15% d'humidité relative à 18°C) au plus vite pour limiter les dégâts et tuer les larves. Toutefois, même ainsi, certaines larves résistent et ce n'est que le passage au congélateur qui peut les éliminer.

Plusieurs espèces ont des maturités échelonnées, notamment les labiées, et il n'est pas toujours possible de multiplier les récoltes sur un même site. Par exemple, *Bupleurum ranunculoides* subsp. *caricinum* a été récolté sur les buttes sèches d'un pâturage. Chez les ombellifères, la floraison échelonnée des différentes ombelles d'un même pied donne des fruits à maturité espacée dans le temps. Dans ce cas, nous avons récolté les akènes les plus gros supposés être plus mûrs et se détachant facilement, en l'occurrence l'ombelle primaire. Cette circonstance est un facteur de diminution de la représentativité génétique de

l'échantillon. Il serait en effet recommandé d'effectuer une seconde récolte à une autre période, en tenant compte des effectifs de la population pour ne pas la fragiliser. Des difficultés de cet ordre ont aussi été constatées pour *Bufonia paniculata*.

Pour les plantes annuelles de toute petite taille telles que *Minuartia viscosa* ou *Aira caryophylla*, les plantes entières sont récoltées et les fruits sont détachés lors du nettoyage en laboratoire avant l'extraction des graines. Pour ces deux espèces, les plantes étaient déjà très sèches le jour de la récolte avec une incertitude sur la quantité de graines – minuscules – encore présentes. Dans le cas de *Trisetum cavanillesii*, autre espèce de poacée annuelle, le degré de maturité est difficile à estimer à moins de multiplier les visites. De plus, une des stations à plus grand potentiel est localisée dans un pâturage ovin où il est impossible de connaître précisément les dates de présence des herbivores. Difficulté supplémentaire, les grains ont tendance à tomber avant maturation complète (particularité qu'on retrouve chez d'autres espèces, comme *Gaudinia fragilis*). Malheureusement, les grains de *T. cavanillesii* des deux récoltes effectuées n'ont pu parvenir à maturité malgré leur maturation postérieure en laboratoire (procédure usuelle dans ce cas selon les protocoles). D'autres espèces plutôt ségétales et poussant dans les gazons steppiques sont également difficiles à récolter: il faut se mettre à plat ventre pour saisir du bout des doigts les pieds en fruits d'*Aphanes australis* par exemple. Passé le stade fructifère, la plante se dégrade rapidement et aucune trace ne reste de cette espèce fugace. Sont également dans ce cas *Scleranthus annuus* subsp. *annuus* ou *Valerianella dentata*. Le nombre de pieds, très dispersés dans la pelouse steppique, est faible et les lots de graines sont souvent réduits.

Dans le cas des *Rosa*, les arbustes sont très dispersés au sein d'une population. Vu le mode de reproduction, la récolte est effectuée en nombre sur quelques individus et



Sur 400 capsules de *Gagea saxatilis* de Valère, une seule graine bien formée! Photo Jacqueline Détraz - Méroz

séparée en autant de lots différents (ENSCONET 2009). Les graines sont récoltées à l'automne, quand les fruits sont bien rouges.

Certaines espèces sont très difficiles à obtenir car elles ne produisent que très peu de graines. C'est souvent le cas chez certaines plantes à bulbes, comme *Gagea saxatilis* et *G. villosa*. Il est utile de marquer les pieds à la floraison pour les retrouver ensuite. L'effort a été consenti deux années de suite pour *G. saxatilis* sur toute la longueur du flanc rocheux nord à nord-ouest de Valère, sur 200 m. Malheureusement, les capsules à trois faces concaves des quelque 200 pieds (soit au moins 400 capsules) étaient toutes vides (avortées) ou contenant une graine unique non viable, à l'exception d'une seule capsule contenant une graine bien formée! L'opération a été répétée aussi pour *G. villosa*, toutefois, même bien signalées, certaines plantes ont échappé à la cueillette dans le fourré de hautes herbes qui les avait recouvert entre-temps.

La récolte peut aussi être gênée par les activités humaines, comme la fauche des talus et bordures de route qui a souvent lieu juste avant la maturité des graines, la cueillette de fleurs attractives (lis orangé) ou les travaux agricoles. Dans ce cas, seule une entente avec les personnes

responsables des lieux peut, si possible, lever les obstacles. Une fois récoltés, les sachets de graines sont entreposés pour maturation à température ambiante dans une pièce du laboratoire pendant 2 à 3 semaines, à moins d'avoir une raison de les stocker immédiatement en chambre sèche avant le nettoyage (par ex. présence de parasites).

TECHNIQUES DE NETTOYAGE DES LOTS RÉCOLTÉS

La forme des fruits étant très diverse, dépendant de la famille, du genre ou de l'espèce, les techniques de nettoyage pour extraire les graines sont multiples et ont été développées par des générations de jardiniers. Le nettoyage est effectué grâce à différents outils, tamis, vans manuels ou vans mécaniques. Quelques techniques de nettoyage sont décrites ci-après à titre d'exemple.

Pour les fruits charnus, tels que ceux d'*Ephedra helvetica*, la première démarche est de faire sécher la récolte à l'air pendant plusieurs jours, puis de détacher manuellement les graines des bractées charnues. Concernant les espèces de *Rosa* que nous avons échantillonnées, les cynorhodons se sont ouverts facilement car la partie charnue était déjà bien sèche en automne et les graines dures se détachaient bien l'une de l'autre.

La plupart des autres fruits récoltés sont plutôt secs et plus ou moins déhiscents. Au nettoyage, la manipulation de la plupart des espèces concernées est rendu difficile par leur petite taille de à laquelle s'ajoute d'autres aspects liés à la morphologie ou au revêtement des fruits.

Les grains des poacées sont généralement enfermés dans leurs glumes et nécessitent une extraction manuelle (en l'occurrence, les grains sont extraits de chaque épillet à l'aide de l'ongle du pouce), sous la loupe binoculaire si besoin (ex.: *Aira*, *Brachypodium*, *Cynosurus*). Les fruits des *Armeria* sont des akènes que l'on stocke ainsi en banque



Tri d'un lot de graines à l'agriculex (van mécanique). Photo Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève

Caisse pour l'entreposage des sachets de graines en attente de nettoyage ou de conditionnement en chambre sèche. Sachets de graines avec leur fiche de suivi. Photos Jacqueline Détraz - Méroz

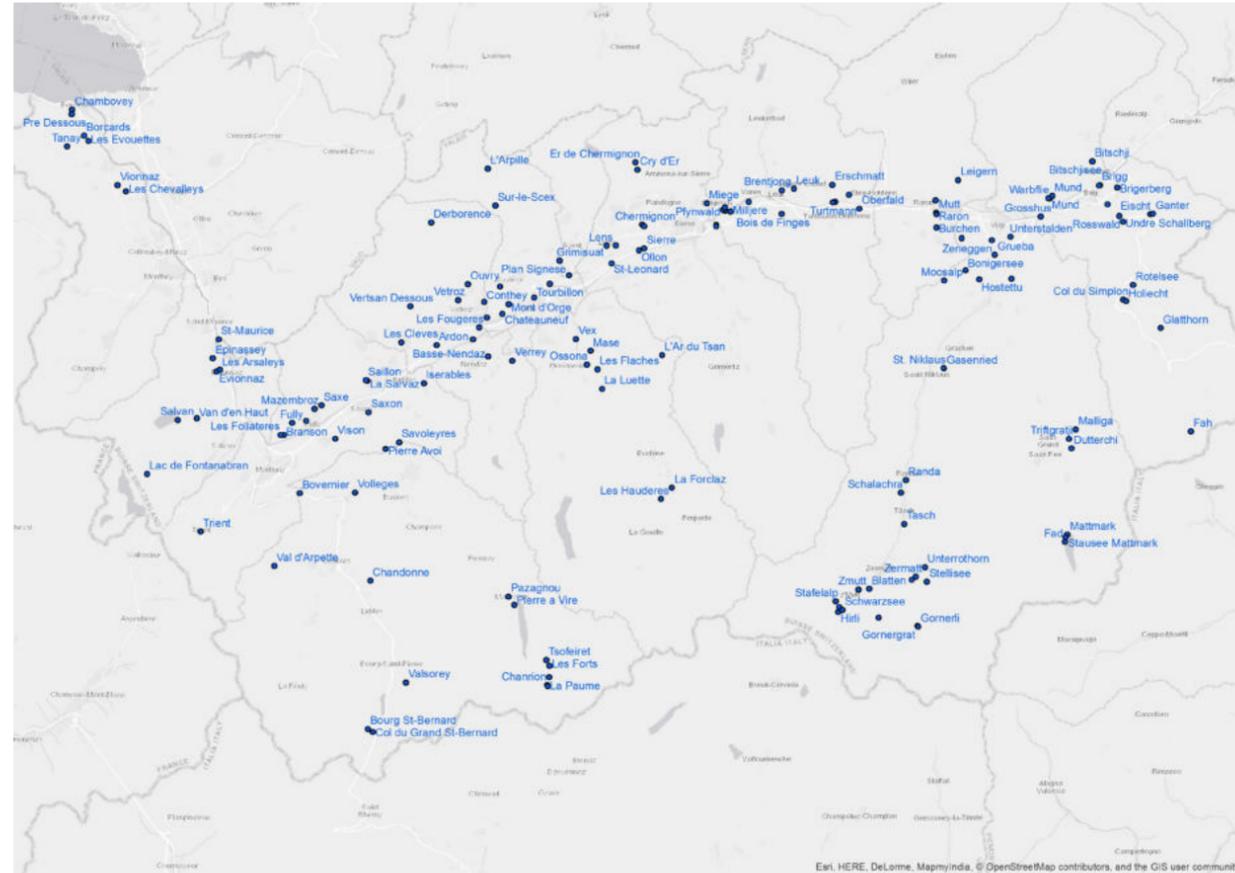


Nettoyage des graines d'*Armeria arenaria* dans les locaux de la grainetterie des CJBG. Photo Catherine Lambelet, Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève

de semences. Par ailleurs, leur nettoyage est délicat car ces akènes formés chacun par l'ovaire conique surmonté d'un calice scarieux dont les 5 nervures centrales de chaque lobe sont prolongées par une soie dure peuvent blesser. Pour le *Bunias erucago*, ce sont aussi les fruits entiers qui sont stockés, car les silicules sèches à crêtes plus ou moins dentées contenant chacune une graine sont indéhiscentes.

Pour les espèces poilues ou densément pubescentes, telles que les *Filago*, *Senecio* ou *Gnaphalium*, les graines minuscules sont à séparer du duvet de la plante entière, d'abord manuellement puis sous la binoculaire.

Chez les fabacées, les graines sont contenues dans des légumes qui ne s'ouvrent pas toujours spontanément, tels ceux de *Trigonella*, *Oxytropis* ou *Trifolium*. Dans ce cas, un écosage manuel est nécessaire pour libérer les graines. Ces graines relativement grosses sont souvent parasitées et jusqu'au 2/3 des graines d'un lot ont dû être jetées. Dans ce cas, le solde contient une diversité amoindrie par rapport au nombre de pieds échantillonnés. En ayant connaissance de ce biais dans cette famille, il faudrait en tenir compte à la récolte. Cependant, pour les espèces à petites populations, il n'y a pas d'autre alternative.



Les graines de *Veronica* sont libérées en écrasant les fruits souvent durs à maturité à l'aide d'un pilon tout en préservant les graines. La préparation des fruits à arête, comme celles de *Pulsatilla*, se révèle fastidieuse car chaque arête doit être enlevée manuellement. Dans ce cas, ce sont aussi les fruits secs qui sont stockés en banque de semences.

Chez *Carpesium*, les akènes n'ont pas d'arêtes plumeuses, au contraire de la majorité des autres astéracées mais sont enrobés d'une huile visqueuse qui rend le nettoyage difficile. Dans ce cas, un saupoudrage de talc empêche les graines de s'agglomérer.

En définitive, presque chaque espèce présente des particularités. Les techniques de nettoyage utilisées sont

notées sur une fiche de suivi pour chaque lot, ce qui permet ultérieurement de se référer aux techniques déjà utilisées avec succès.

RÉSULTATS

Le **tableau I** (en fin d'article) présente la liste des 193 taxons stockés aux CJBG à fin 2018 (déjà conditionnés en chambre froide ou en préparation dans la chambre sèche). Ils appartiennent à 38 familles différentes, la famille la plus représentée étant sans surprise les astéracées avec

19 taxons. Tous les lots stockés sont constitués de graines, à l'exception du lot de *Saxifraga cernua*, qui contient des bulbilles. Ce lot a fait l'objet d'essais de stockage qui ont montré que les bulbilles se comportent comme des graines (BREMANN & al. 2019). Un lot de bulbilles de *Saxifraga bulbifera* a été également transmis pour étude au Millennium Seed Bank (Kew Gardens, Londres).

Le nombre de lots récoltés par taxon figure dans la troisième colonne du tableau. En tout, 462 lots de provenance valaisanne sont stockés dans la banque de semences. Les lots ont été récoltés dans 153 localités différentes si l'on se réfère au nom de la localité répertorié sur chaque bordereau de récolte (**Fig. 1**). Une liste des taxons récoltés dans chacune des 47 régions présentées (régions définies par les auteurs et regroupant un certain nombre de localités proches) est donnée ci-après.

La priorité de la banque de semences est d'augmenter le nombre de taxons, puis ensuite seulement le nombre de populations. Ceci explique qu'un peu plus de la moitié des taxons, soit 52%, ne sont représentés que par un seul lot. Le taxon comportant le plus de lots est *Consolida regalis* avec 15 lots. Les espèces messicoles sont celles qui ont fourni le plus de lots par taxon de manière générale, car elles ont fait l'objet de prospections systématiques entre 2001 et 2005 dans les derniers lieux connus pour en abriter. Les populations de *Cirsium canum*, réintroduites par Charly Rey, ont été recherchées en sa compagnie, puis ont été récoltées systématiquement. Etant souvent en faible effectif, elles ont fait l'objet d'une multiplication aux CJBG. Plusieurs lots de *Ranunculus gramineus*, dont les récoltes trop pauvres, en raisons de petites populations, ont également été multipliés. À noter que cette espèce a fait l'objet d'une collaboration entre les CJBG et la Commission pour la protection des plantes sauvages (CPS) dans les années 1990 lors de la rédaction du plan d'action valaisan élaboré (voir KÄSERMANN & MOSER 1999: 238-239). Cette multiplication a permis le

stockage de graines de cette espèce dont les populations d'origine sont très menacées en Valais. Toutefois, un renforcement de population a été fait quelques années plus tard sans avoir recours à ces graines (REY & REY-CARRON 2017). *Trochiscanthes nodiflora* est également une espèce qui a fourni un très grand nombre de lot en raison de la dispersion de ses petites populations. À l'inverse, 102 taxons ne sont représentés que par un seul lot, c'est souvent le cas pour les populations situées en montagne et dont l'accès est moins aisé.

Un grand nombre de lots assure en théorie une meilleure représentativité génétique des populations, mais il est aussi important d'avoir un nombre de graines viables assez élevé par lot. La capacité germinative des lots de la banque de semences est estimée grâce à deux tests, celui de la coupe (dit test de viabilité) et celui de germination. Le meilleur résultat du test de la coupe pour chaque taxon figure dans le **tableau I**, il n'évalue que l'aspect de la graine une fois coupée sous la loupe binoculaire. Les résultats des tests de germination ne sont pas disponibles à ce jour.

Quinze taxons (soit 8% du total) sont représentés par plus de 100'000 graines chacun. Pour ces nombres très élevés, il s'agit souvent d'estimations. Il ne faut donc pas prendre à la lettre les chiffres du **tableau I**. Tous les taxons avec plus de 25'000 graines, soit 44, peuvent être considérés comme richement représentés. Le taxon avec le plus grand nombre de graines semble être *Juncus sphaerocarpos* (statut de menace CR), qui a été multiplié avec grand succès aux CJBG. Les *Juncus* produisent en général un très grand nombre de graines minuscules.

Dans les standards habituels des banques de semences, il est recommandé d'avoir au moins 1000 graines par lot. Il n'y a que 25 taxons (soit 13% du total) qui n'atteignent pas cette limite. Lorsque ce sont des taxons avec plusieurs lots, cela peut être dû à la biologie de l'espèce, produisant peu

de grosses graines, et/ou des graines tombant au fur et à mesure de la maturation (*Nonea erecta*, *Melampyrum arvense*, *Vicia pannonica* subsp. *striata*). Lorsqu'il y a peu de lots, la raison en est simplement de mauvaises conditions lors de la récolte ou alors des populations très réduites avec très peu de graines. Ces 25 espèces devraient donc faire l'objet de nouvelles recherches pour mieux assurer leur conservation, surtout pour celles qui sont très menacées.

Les résultats concernant les tests de la coupe montrent que 77% des lots (soit environ les trois quarts) ont un taux moyen de viabilité égal ou supérieur à 80% et que seulement 4% ont un taux inférieur à 50%. En rapport avec le nombre de graines stockées, ce résultat n'est indicateur de lots de (trop) petite taille que pour *Sparganium erectum* et *Callianthemum coriandrifolium*.

La dernière année de récolte pour chaque taxon donne un indice sur la pérennité des lots. Les taxons les plus anciennement récoltés ont été stockés en l'an 2000, soit il y a 19 ans. En termes de stockage des semences, ce peut être problématique pour des espèces à longévité réduite comme *Agrostemma githago*, *Myricaria germanica*, *Typha minima*. Pour ces deux dernières espèces, typiques de milieux alluviaux naturels, dont la dernière récolte date de 2008, il faudrait également envisager une utilisation rapide ou une nouvelle récolte. En effet, tous deux comptent énormément de semences, mais les tests de germination de ces deux espèces n'ont pas été favorables, alors qu'ils ont été excellents pour la nielle des blés (*Agrostemma githago*). Pour les autres taxons, dont la longévité des graines est nettement plus conséquente, une telle durée de stockage est encore acceptable, mais en termes de congélation du génome, cela commence à compter. Il faut également tenir compte du fait que chez les plantes alpines qui croissent dans des environnements humides et froids la longévité des graines est nettement plus courte que pour les taxons de plaine (MONDONI & al. 2011). Pour les 60 taxons qui n'ont

plus été récoltés depuis plus de 10 ans, il serait donc bon d'envisager une nouvelle récolte pour rajeunir les stocks. Des récoltes effectuées à intervalles réguliers permettent aussi de suivre, grâce à des tests de germination, l'évolution de la variabilité génétique des populations au cours du temps, notamment face au changement climatique. En effet, les caractéristiques climatiques induisant la germination sont soumises à la pression évolutive (FORT 2015). Pour les espèces très menacées, il serait également important de planifier rapidement de nouvelles récoltes.

Plusieurs lots dont la quantité de graines était trop faible ont été multipliés au jardin botanique par l'équipe des Rocailles pour obtenir des lots de semences suffisants. Cette pratique se limite à une génération, c'est-à-dire que la culture est abandonnée une fois les graines récoltées. Six taxons ont des lots uniquement issus de culture. Cependant, au total, les CJBG ont multiplié 33 lots en culture *ex situ*. Certains autres lots sont issus de taxons introduits, comme les espèces ségétales du Sortengarten Erschmatt, semées dans des cultures de céréales par Roni Vonmoos, et celles introduites par Antoine Sierro sur une parcelle de Flanthey.

Selon les objectifs de récolte, qui sont variables, ce sont des espèces patrimoniales, endémiques et sub-endémiques, menacées ou quasi menacées, mais également des espèces de la flore commune qui ont été recherchées. Au final, une forte proportion de taxons menacés a été récolté. Le tableau 2 donne un aperçu du nombre de ces taxons figurant dans les stocks. Au total, 83% des taxons conservés sont menacés ou quasi menacés en Suisse et 75% sont des taxons prioritaires (OFEV 2011).

Les 23 taxons peu concernés (statut de menace LC) sont principalement des taxons patrimoniaux, endémiques partiels, menacés au niveau cantonal (MOSER & al. 2002) ou ne figurant pas encore dans les stocks du Millenium Seed Bank (MSB) qui a dirigé le projet APC&RP. Les taxons non

Statut de menace	Nombre de taxons	Priorité pour la Suisse	Nombre de taxons
CR	16	I	9
EN	31	2	29
VU	71	3	42
NT	42	4	60
DD	1	K	19
LC	23	Non évalué	34
Non évalué	9		

Tableau 2 - Nombre de taxons pour les différents statuts de menace de la Liste Rouge suisse (BORNAND & al. 2016) et pour les différents degrés de priorité de Suisse (OFEV 2011). CR: en danger critique d'extinction; EN: en danger d'extinction; VU: vulnérable, NT: quasi menacé; DD: données insuffisantes; LC: peu concerné; I à 4: échelle de priorité décroissante; K: priorité cantonale.

évalués sur la Liste Rouge de Suisse sont considérés comme des néophytes, c'est-à-dire arrivés dans la région après la découverte des Amériques (après 1500). Cependant, certains étaient encore considérés comme menacés lors du début des projets de la banque de semences. D'autres taxons présentent un intérêt particulier en fonction de l'ancienneté de leur naturalisation, de leur rareté et/ou du milieu qui les abrite.

En ce qui concerne l'endémisme, 25 taxons (13% du total) sont concernés: 23 taxons sont considérés comme endémiques des Alpes (AESCHIMANN & al. 2011), 22 sont considérés comme endémiques partiels de Suisse (Info Flora 2015) et un seul taxon (*Artemisia nivalis*) est considéré comme endémique de Suisse.

CONCLUSION

La banque de semences des CJBG abrite une forte proportion de taxons originaires du Valais dans ses stocks (environ un tiers). Il s'agit pour la majorité de taxons importants pour la flore valaisanne, mais aussi pour la flore suisse, en raison des spécificités de la végétation du canton, et pour la plupart d'espèces de la Liste Rouge et de la Liste Prioritaire suisses.

En ce qui concerne les espèces messicoles, cette collection est sans doute assez complète par rapport au nombre d'espèces et de populations de cette catégorie présentes en Valais. Elle est importante également à l'échelon suisse. En effet, les CJBG possèdent aussi des lots d'espèces ségétales d'autres cantons et quelques espèces disparues en Suisse, récoltées dans des régions proches de la frontière. Mais la partie valaisanne revêt une importance particulière pour la Suisse, car le Valais est le canton où la culture traditionnelle des céréales a subsisté plus longtemps qu'ailleurs, malgré des pertes importantes et continues depuis 50 ans. Le nombre de localités ayant fortement diminué depuis pour de nombreuses espèces, ainsi que très probablement leurs effectifs, certaines espèces ne subsistent, en populations suffisamment importantes, que dans ce canton (*Adonis flammula*, *Androsace maxima*, *Bunias erucago*, *Lathyrus sphaericus*, *Papaver argemone*, *Thymelaea passerina*, *Xeranthemum inapertum* par exemple). Cette collection peut donc à l'avenir constituer le point de départ de projets de réintroduction pour ce type de culture.

La majorité des espèces montagnardes, sub-alpines et alpines figurant dans la banque de semences provient également du Valais, les autres cantons concernés étant les Grisons, le Tessin et Vaud. La récolte d'espèces de montagne n'a débuté qu'avec le projet APC&RP, en raison des difficultés et des coûts supplémentaires de récolte en montagnes. Il est communément admis que ces espèces se conservent également bien en banque de semences traditionnelle, mais il faudra encore quelques années pour le confirmer pour toutes les espèces, car leur stockage dans les banques de semences européennes est plus récent que pour les espèces de plaine. Néanmoins, les résultats de tests de germination communiqués par des banques de semences partenaires comme le Conservatoire botanique national alpin (France) ou la Banca del germoplasma vegetale de Pavia (Italie) sont encourageants (Noémie Fort, Graziano Rossi, com. pers.). Pour certaines populations, le danger

est moins immédiat, mais toutes ont été sélectionnées au sein d'un projet s'étendant sur l'arc alpin et favorisant en premier lieu les endémiques (totales ou partielles). Le Millenium Seed Bank abrite donc maintenant une série de plus de 500 de ces taxons des quatre pays majeurs de l'arc alpin (Autriche, France, Italie, Suisse).

Plusieurs espèces sont des «spécialités valaisannes», notamment celles des steppes, ayant dans certains cas des populations en très faible nombre (*Bufoia paniculata*, *Cirsium canum*, *Geranium bohemicum*, *Geranium divaricatum*, *Juncus sphaerocarpus*, *Ranunculus gramineus*, *Ranunculus rionii*, etc.) qui sont aussi importantes au niveau national. D'autres sont des espèces particulièrement menacées en Valais (*Allium angulosum*, *Cicuta virosa*, *Cyperus flavescens*, *Geranium palustre* - un seul lot avec très peu de graines -, *Inula helvetica*, *Ranunculus arvensis*, etc.). Certains lots d'espèces de ce type ont déjà été distribués (sous forme de graines ou de plantons) pour des projets de réintroduction en Valais. Certaines spécialités sont des découvertes ou des redécouvertes récentes comme *Anthyllis vulneraria* subsp. *guyotii* ou un *Alyssum* cf. *montanum*, un taxon en cours de description. Ces deux derniers taxons ne figurent pas encore dans la Liste Rouge, mais auront sans doute un statut de menace une fois qu'ils auront été évalués.

La constitution de cette importante collection au gré de différents projets ne constitue en fait qu'une étape dans la protection de la flore vasculaire valaisanne. Elle pourra constituer à l'avenir une base solide pour des projets de sauvegarde d'espèces particulières, de multiplication pour l'élaboration de semis de renaturation et pour des projets de recherche sur la biologie des espèces menacées. Il est à souhaiter qu'elle puisse également s'étoffer à l'avenir pour abriter un plus grand nombre de lots représentatifs des populations menacées et pour celles aux effectifs insuffisants.

Historique des récoltes par localités regroupées régionalement entre 1999 et 2018

Les récoltes ont été regroupées par région, arbitrairement définies par les auteurs, de l'amont à l'aval du Rhône. Pour chaque région, les espèces conservées dans la banque de semences ont été mentionnées, parfois avec des détails concernant leur station, leur récolte ou des circonstances particulières les concernant. Les récoltes s'étendent de 1999 à 2018, soit 20 années de récolte.

- **Naters – Bitschji:** Le site de Bitschji (en amont d'un lac, alt. 930-1200 m) a été modelé par les glaciers du quaternaire et offre un paysage de roches moutonnées siliceuses en pente relativement douce, entrecoupées de petites dépressions plus ou moins humides selon la saison. Malgré la richesse et la spécificité de sa flore, cette région ne fait pas partie du périmètre du site de l'UNESCO Alpes suisses Jungfrau-Aletsch (défini en 2001, révisé en 2007). Cependant, au niveau de la commune de Naters, le périmètre appartient à la zone «Überlagernde Naturschutzzone». THEURILLAT (1992) a déjà étudié cette zone lors de son travail de thèse et annonçait quelques nouveautés floristiques intéressantes dans le secteur. Plus tard, POLIGNÉ & WERNER (2010) y (re-)découvraient *Juncus capitatus*, tandis que Hildegard Adler (com. pers.) signalait *Carex hartmannii* en 2018 dans le cadre du nouveau recensement de la Flore du Valais, une espèce des prairies à molinie connue des Grangettes (VD) et de la région de Zurich. Le site est donc remarquable par la diversité de sa flore rare tant dans les pelouses steppiques que dans les milieux humides.

Plusieurs repérages ont été nécessaires dès juin 2016 pour récolter, en deux ans, huit espèces à la bonne maturité, la météo des années 2016-2018, ayant été plutôt défavorable au développement de ces espèces (sécheresse printanière marquée). Bitschji est l'une des trois stations connues en Suisse d'*Aira elegantissima*, et la seule connue en Valais. C'est également le seul site relictuel de *Juncus capitatus* sur les cinq anciennement connus en Suisse. Il croît le plus souvent en mélange avec *Juncus bufonius*, dont il se distingue mal si les exemplaires sont petits. La couleur jaunâtre des tépales et la bractée



Matthiola valesiaca en fruits dans les gorges de la Saltina.
Photo Jacqueline Détraz - Méroz

foliacée dépassant le glomérule de fleurs sont des caractéristiques de *J. capitatus*. *Filago minima* a disparu du plateau suisse, mais est encore présent au Tessin et en Haut-Valais où cette espèce est signalée seulement dans quatre autres mailles d'Info Flora. *Rorippa stylosa* est quant à lui présent au Tessin et en Valais, mais a disparu de beaucoup de stations dans ces deux cantons. Les populations échantillonnées comptent souvent de très nombreux individus. Parmi les plantes ségétales de milieu acide, les *Aphanes australis*, des plantes de moins de 2 cm de haut, sont repérées à Bitschji, seule localité connue en Valais, en petites populations le long des sentiers. Dans la partie sud du Tessin, il est beaucoup plus fréquemment signalé. Ce sont des plantes fugaces au cycle végétatif court, comme deux autres espèces annuelles à petites populations récoltées à Bitschji: *Valeriana dentata* et *Scleranthus annuus* subsp. *annuus*. Ces petites populations se découvrent un peu par hasard, au détour d'un rocher ou d'un coin de pelouse.

- **Brigue – Naters – Glis:** En 2016, au bord des voies ferrées de la gare du Simplon, certaines espèces telles que *Lappula squarrosa*, *Chenopodium botrys* et *Gnaphalium luteoalbum* trouvent refuge dans ces milieux de substitution. Auparavant en 2004, à Brig-Glis (Grosshüs), les abords servant de carrière pour le chantier de l'autoroute, maintenant disparus, ont permis la récolte de *Chenopodium botrys* et *Ch. strictum*. En direction du Simplon, dans les gorges de la Saltina («Naturschutzgebiet»), zone de protection nature au niveau communal, les *Matthiola valesiaca* occupent une moraine à la hauteur du hameau de Lingwurm. Le parcours de plusieurs sentiers dans les gorges en 2016 a été nécessaire pour repérer une population assez importante. Une jolie station de plus de cinquante individus occupe les terrains nus de cette moraine à l'érosion constante, alors que plus haut dans les gorges, les *Matthiola* se plaisent aussi dans le sous-bois de la pinède et dans les pelouses sèches rocailleuses.
- **Ried-Brig:** Entre Brigue et le col du Simplon, le Gantertal est connu depuis longtemps par les botanistes suisses et étrangers qui voyagent en Valais. *Veronica dillenii* (localement abondante dans les steppes rocheuses de la route de Ganter) et *Crupina vulgaris* (population très localisée sur le versant de Schallberg) y ont été récoltées. Plus bas, le long d'une paroi schisteuse, a été également trouvée *Matthiola valesiaca*. Dans cette vallée, l'unique population suisse d'un *Alyssum* attribué jusqu'à présent à *A. montanum*, a été spécialement récoltée. En effet, comme signalé dans le texte, il s'agit d'un taxon différent, présent surtout au Val d'Aoste, connu de plusieurs botanistes, et actuellement en cours de description (B. BAÜMLER & P. JUILLERAT, com. pers.).
- **Brigerberg (Ried-Brig, Termen, Achera Biela):** Dans cette zone s'étendent des cultures traditionnelle de céréales, dont la majorité fait partie d'une réserve naturelle (Naturschutzgebiet Achera Biela, avec interdiction d'irrigation). Ce site est connu pour sa richesse en messicoles et on a pu y récolter entre 2001 et 2004: *Adonis aestivalis*, *Agrostemma githago*, *Ajuga chamaepitys*, *Buglossoides arvensis*, *Camelina microcarpa*, *Consolida regalis*, *Euphorbia virgata*, *Lathyrus tuberosus*, *Melampyrum arvense*, *Nonea erecta*, *Odontites vernus*, *Papaver argemone*, *Ranunculus arvensis*, *Thymelaea passerina*, *Vicia pannonica* subsp. *striata*.



Champs de messicoles, dont *Bunias erucago*, sur les cultures de safran à Mund. Photo Jacqueline Détraz - Méroz

- **Mund:** Les cultures de céréales et de safran perdurent depuis des siècles en aval du village de Mund, jusqu'à Warbflië (zone de la «Chumeggga», CECHINNI-PAUCHARD 2006). Entre 2002 et 2017, dans les cultures extensives de seigle et de safran sans pesticides, sur un sol argileux et sableux, dans des parcelles de petite taille, on trouve encore de nombreuses messicoles. La récolte d'*Agrostemma githago*, *Cynosurus echinatus* (très rare ailleurs), *Filago arvensis*, *Geranium divaricatum*, *Vicia villosa* subsp. *varia* a pu y être effectuée. Cette dernière espèce est probablement une relique d'une culture fourragère ancienne naturalisée au cours du temps. Une portion de fruits de *Bunias erucago* a été constituée sur place en 2016, mais des plantules avaient déjà été prélevés en 2004 et multipliés en culture *ex situ* aux CJB.
- **Simplon – col:** La région est connue pour les apports floristiques en provenance du sud rendus possibles grâce à l'altitude relativement faible du col du Simplon (PARISOD 2008, PARISOD & al. 2018). Elle possède aussi quelques espèces communes avec les Alpes du nord-ouest tessinois et parfois avec les Alpes grisonnes. De grandes étendues de haut et bas-marais ainsi que des plans d'eau de profondeurs variées offrent aussi des habitats de choix aux espèces d'altitude de ces milieux. Un des fleurons de cette région est *Euphrasia christii*, une euphrase à fleurs jaunes, qui a été récoltée au pied ouest du Glatthorn au milieu des

landes, tout proche du *Silene vulgaris* subsp. *prostrata*. Cette dernière, espèce des éboulis calcaires d'altitude, n'est signalée à ce jour que dans cinq localités des Alpes suisses. Elle est en revanche bien plus connue dans les Alpes françaises et se distingue par ses feuilles poilues, largement elliptiques, pouvant atteindre 2 cm de long, à bord nettement cartilagineux et souvent cilié. La frêle *Campanula excisa*, à distribution analogue à *Euphrasia christii*, forme de petits tapis délicats de populations stolonifères dans les pelouses rocaillieuses et graviers siliceux jusqu'à l'étage alpin. Elle a été récoltée en bordure d'une route d'alpage près du Rotelsee. Alors que sa fleur est très caractéristique, cette espèce se confond au stade des fruits avec *Campanula schleicheri*. Heureusement, les quelques floraisons tardives nous renseignent sur l'espèce recherchée et les capsules toutes aussi délicates sont facilement récoltées; elles contiennent de nombreuses graines minuscules. Les nombreux petits lacs du Simplon abritent quelques belles populations de *Sparganium angustifolium*, dont une sur le coteau de Hohlicht où des graines ont été prélevées. Ces lacs sont souvent bordés de grandes surfaces de tourbières à sphaignes dans lesquelles *Carex pauciflora* se développe abondamment. Bien que cette espèce soit présente du Jura jusqu'aux Alpes, l'occasion était favorable à une bonne récolte de graines.

- **Zwischbergen:** Cette petite vallée longeant la frontière italienne, fait partie du versant sud du Simplon avec un climat à tendance insubrique comparable à celui de l'ouest du Tessin. Elle accueille dans sa flore des éléments du Piémont italien dont *Sempervivum grandiflorum*, une espèce des dalles siliceuses d'altitude. C'est une des deux espèces de joubarbe à fleurs jaunes en Suisse, l'autre étant *S. wulfenii* aux Grisons. Pour la récolte de graines, la difficulté est d'éviter la confusion avec *S. montanum* également bien présent dans le milieu: seule la taille des rosettes les distingue à ce stade. Sur le site, il semble que *S. montanum* affectionne les rochers tandis que *S. grandiflorum* soit confiné dans la pelouse écorchée ou rocaillieuse (avec *Festuca varia* ou *Thymus* sp.) où peu de hampes florales ont été observées par rapport au nombre de rosettes.
- **Törbel – Moosalp:** La région de Moosalp est bien connue pour ses milieux marécageux, marais et petits lacs. C'est au bord du Bonigersee qu'a été échantillonné *Carex juncella* dont le statut taxonomique et la possibilité de le distinguer de *Carex elata* ou de *Carex nigra* alimente



Vignoble de Visperterminen avec les rangs abritant quelques espèces récoltées.

Cultures traditionnelles à Bürchen en 2008.

Photos Catherine Lambelet

régulièrement les discussions: absence de stolons et touradons (comme *C. elata*), base des feuilles non carénées (comme *C. nigra*) ainsi que la taille intermédiaire entre les deux taxons, tous ces caractères sont à considérer. Se basant sur l'avis de spécialistes, le site a été retenu pour cette récolte. Il s'agit de la seule station valaisanne validée pour le moment (les Grisons en comptent aussi une en Basse-Engadine). Une meilleure définition de l'espèce permettra de valider ou non les quelques autres signalements dans ces deux régions.

Il faut aller de l'autre côté du col, en direction du Törbeltälli pour rencontrer *Hieracium alpicola*, une espèce des vallées de Saas et Zermatt, présente à Moosalp sur les graviers pauvres en calcaires des pistes de ski. Une confusion avec *Hieracium angustifolium* est malheureusement possible: la taille réduite des fruits et les tiges monocéphales servent à distinguer les deux espèces à ce stade.

- **Gasenried (Sankt-Niklaus):** En 2003, plusieurs champs de seigle subsistaient dans cette localité, où le battage des céréales était encore effectué de manière traditionnelle dans les granges avec un fléau. L'altitude assez élevée (1650-1700 m) n'autorise pas la présence de toutes les messicoles, mais plusieurs ont pu être récoltées: *Adonis aestivalis*, *Galium spurium*, *Papaver argemone*, *Scleranthus annuus* subsp. *annuus*.
- **Visperterminen:** La région de Visperterminen est réputée pour son vignoble qui atteint une haute altitude, dans lequel ont été récoltées entre 2003 et 2008 plusieurs espèces liées aux vignes en situation thermophile comme *Chenopodium botrys*, *Telephium imperati*, *Xeranthemum inapertum*. Près du village même de Visperterminen, dans les anciennes terrasses de culture de céréales et leurs abords en friche ont été récoltées plusieurs messicoles: *Agrostemma githago*, *Ajuga chamaepitys*, *Bupleurum rotundifolium*, *Camelina microcarpa*, *Caucalis platycarpus*, *Consolida regalis*, *Papaver argemone*, *Papaver dubium*, *Scleranthus annuus* subsp. *annuus*, ainsi qu'*Astragalus cicer* et *Trigonella monspeliaca*.
- **Zeneggen – Bürchen (2002 - 2008):** À Grueba, en remontant vers Zeneggen, on trouve le long du chemin *Caucalis platycarpus* et *Scandix pecten-veneris*, des messicoles qui subsistent longtemps après

l'abandon des cultures, dispersées dans les espaces pionniers le long des chemins et sur les talus. Autour de la chapelle de Zeneggen, les pentes accueillent un cortège floristique restreint comprenant *Minuartia viscosa*. Dans les espaces steppiques et les prés secs autour de Zeneggen ont été récoltées *Androsace septentrionalis*, *Carex liparocarpos*, *Crupina vulgaris* et *Minuartia rubra*. À Bürchen, a pu être trouvée et récoltée dans un seul champ de céréales la rare *Crepis tectorum*.

- **Vallée de Saas:** Après une montée en téléphérique à Kreuzboden depuis Saas-Grund, une traversée à flanc de coteau par Mälliga, où *Senecio halleri* a été récolté le long du sentier, un arrêt sous les paravalanches de la crête du Triftgrätli permet de récolter abondamment des graines d'*Artemisia borealis*. Il semble que les plantes présentes soient bien caractéristiques de l'espèce même si on ne peut pas exclure quelques pieds hybrides avec le type d'*Artemisia campestris* L., avec qui elle est mise en sous-espèce par certains auteurs⁶. En continuant le chemin vers Hehbord, la rare *Potentilla nivea* a été récoltée dans la pelouse rase. Les feuilles caractéristiques blanches dessous facilitent grandement son identification, même fanées. Cependant, elle ne forme jamais de grandes populations et les lots de graines restent modestes.

L'autre lieu emblématique de cette vallée est Mattmark, dont un lac de barrage occupe le fond de vallée depuis 1965. Grâce à la route qui longe la rive gauche, on accède aisément à pied vers les stations d'*Astragalus leontinus* en aval du glacier du Schwarzberg. Les alluvions du Schwarzbärgbach contenant du calcaire, ou du moins des bases, permettent le maintien de cette espèce des pelouses calcaires sèches à séslerie. L'observation des gousses à poils blancs et noirs aide à la distinguer des autres fabacées richement représentées dans ces milieux. La récolte de *Juncus arcticus* est aussi facile dans les ruissellements en bordure de route, mais comme les graines étaient parasitées (visible grâce aux pupes blanches prolongeant les capsules), la récolte s'est faite sur un grand nombre d'individu. Dans cette région, près du lac de barrage ou sur les hauteurs de Saas-Almagell, ont été récoltées également *Campanula excisa*, *Rhodiola rosea* et *Senecio halleri*.



Buisson de *Rosa majalis* dans une haie de Täsch.
Photo Jacqueline Détraz - Méroz

- **Täsch – Randa – Schalachra:** Proche du village de Täsch, les haies en bordure de pâturage accueillent plusieurs espèces d'églantiers, dont *Rosa majalis*. Les branches de couleur brune de cette espèce dispersée en Suisse sont à l'origine de son nom en français: rosier cannelle. En forêt, le long de la Vispa vers Randa, une population bien circonscrite de *Geranium rivulare* a permis une petite récolte de graines. Finalement, sur les hauteurs de Schalachra, une petite population d'*Androsace septentrionalis* a été retrouvée en 2018 en bordure du sentier après une première visite infructueuse en 2017. Aux environs, les pentes sèches utilisées comme pâturages sont à moitié colonisées par *Silene flos-jovis*, une très jolie espèce encore présente aux Grisons et en Valais, mais disparue au Tessin.
- **Zermatt:** La biodiversité du grand cirque montagneux de Zermatt n'est plus à démontrer et vingt taxons ont pu y être récoltés entre 2004 et 2017. Sur une pente rocheuse proche de Blatten, *Bunium bulbocastanum* a été récolté déjà en 2004. À l'est de Zermatt, la pente sud du Gornergrat, qui culmine à 3090 m et s'appuie sur les moraines du glacier situé 600 m en contrebas, a offert l'opportunité de récolter pas moins de cinq espèces lors de deux visites. À mi-pente, *Potentilla*



Les flancs sud du glacier du Gorner abritant une grande population de *Trifolium saxatile* et une station d'*Alyssum alpestre*.

Un pied en fruits d'*Artemisia nivalis* à l'Unterthorn, le 22 septembre 2016.

multifida occupe un reposoir sous une aspérité rocheuse et a fait l'objet de trois récoltes, alors qu'à ses côtés, plusieurs pieds d'*Androsace vitaliana* en fruits ont permis une récolte. En bas de pente, sur les bourrelets morainiques, plusieurs espèces emblématiques prennent place. D'abord *Trifolium saxatile*, petit trèfle annuel ou bisannuel, dont la population s'étend probablement sur 2000 m le long de la rive droite du glacier. Cette espèce fait l'objet d'une étude par une équipe du Conservatoire botanique national alpin à Gap (BIZARD 2017) sur son écologie et sa capacité à faire face aux changements climatiques. En 2017, nous l'avons amenée sur cette station qui est bien différente de celles connues dans les Alpes françaises. À ses côtés, une des deux



Un alignement de touffes de *Phyteuma humile* dans une fente de rocher de Gagenhaupt. Photos Jacqueline Détraz - Méroz

populations d'*Alyssum alpestre* des Alpes suisses a été échantillonnée à la même date. Les replis morainiques forment des dépressions plus ou moins colmatées et humides dans lesquelles se trouvent *Carex bicolor*, ce qui a été l'occasion d'une récolte. En dessus du sentier, à Murischloch, on a aussi récolté *Sedum villosum* en 2011. Le grand plateau de Riffelberg est bordé au sud par le Riffelhorn et le Gagenhaupt, massif de serpentine où se cache *Phyteuma humile*. Cette raiponce fleurit très tôt, bien avant *P. hemisphaericum*, si bien qu'elle est déjà bien déflourée et sèche quand s'épanouit l'autre espèce. Les touffes à feuilles plus raides que *P. hemisphaericum* leur donnent parfois un aspect de coussin dans les fentes de rochers. Cette confusion est à l'origine de localisations erronées autour du Gagenhaupt. Les populations de *P. humile* sont donc en définitive moins nombreuses que supposées et la récolte obtenue plus faible que prévu.

⁶ Euro+Med Plantbase (2019) admet seulement la sous-espèce.



Thlaspi rotundifolium ssp. *corymbosum* en fruits, le 23 août 2017.
Photo Jacqueline Détraz - Méroz

Profitant des remontées mécaniques, le secteur de l'Unterthorn est facilement atteint pour récolter la seule espèce endémique de Suisse localisée en Valais, à savoir *Artemisia nivalis*. La prospection d'une zone d'un hectare, a permis de récolter des pieds à maturité qui bien que fanés dégagent encore une odeur exceptionnelle. *Trifolium saxatile* a aussi été récolté dans cette zone. Autour du Stellisee, les pentes herbeuses sont plus ou moins parsemées de *Pulsatilla halleri*. Si la floraison est spectaculaire, les pompons duveteux des fruits sont également remarquables. Comme la population n'est pas mélangée à d'autres espèces de *Pulsatilla*, il n'y a pas de confusion possible au moment de la récolte. Les pelouses rocheuses entre le Stellisee et Blauherd abritent une belle population de *Thlaspi sylvium* qui n'est autre que le tabouret du Cervin, *sylvium* signifiant «Cervin» encore au 18^e siècle. Cette espèce n'est encore connue que de la région de Zermatt dans les combes à neige calcaires, mais a été signalée autrefois au Tessin et dans le massif du Gothard.

Du côté du Schwarzsee, plusieurs m² de *Carex maritima* s'étendent à l'exutoire du lac. Cette espèce stolonifère forme un tapis ras homogène et dense. En montant vers la cabane du Hornli, les moraines et bords de ruisseau s'ornent du rose éclatant des *Thlaspi rotundifolium* subsp. *corymbosum*. Cette sous-espèce est la vicariante sur éboulis siliceux ou de serpentine de la subsp. *rotundifolium* qui, elle, croît uniquement sur calcaire. Sur la moraine, la présence dispersée mais abondante de *Gentiana schleicheri* offre une récolte supplémentaire à celle de l'Unterthorn faite l'année précédente et celle du Gornergrat en

2011. En direction du barrage de Zmutt, le pâturage de Stafelalp orienté au nord abrite *Callianthemum coriandrifolium*. *Bupleurum ranunculoides* subsp. *caricinum* est récolté sur les buttes sèches du même pâturage. Le long du chemin vers Wigguhus a pu être également récolté *Allium lineare*.

- **Leiggern:** Au-dessus d'Ausserberg (alt. env. 1600 m) subsistaient encore en 2002 quelques cultures de céréales et de pommes de terre



Les marches terreuses du pâturage de St.-German accueillent des populations denses de *Trisetum cavanillesii*.
Photo Jacqueline Détraz - Méroz

où ont pu être récoltées *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Galeopsis ladanum*, *Galium spurium*, *Odontites vernus* et *Papaver argemone*.

- **Rarogne:** Sur le coteau de Rarogne, les pentes sud aux abords du village de St.-German servent surtout de pâturage ovin. *Trisetum cavanillesii* a été trouvé en abondance sur les marches terreuses d'un pâturage écorché par le passage des bêtes. Une récolte d'*Artemisia vallesiaca* provient de la même région (Heidnischbiel). Dans la même commune, mais en plaine, le marais protégé de Mutt entre les anciennes installations militaires et la route cantonale abrite une importante population d'*Inula britannica*, qui a pu être récoltée en 2017. De ce marais provient aussi *Cicuta virosa*, qui a été prélevée sous forme de quelques exemplaires végétatifs en 2004 puis multipliée aux CJBG.
- **Niedergampel – Turtmann:** Le ballast bordant les voies de la gare de Turtmann est riche en flore rudérale. On y a trouvé notamment

entre 2008 et 2011 une de toutes dernières stations non ensemencées de *Nigella arvensis*, qui a pu y être récoltée, ainsi que *Lappula squarrosa*. Dans les pâturages, en bordure des vignes et le long des chemins entre Niedergampel et Bratsch ont été récoltées *Campanula bononiensis*, *Marrubium vulgare* et *Trifolium arvense*. À l'est, sur l'ancien aérodrome militaire à Oberfäld a été récoltée *Inula britannica*, une station pas très éloignée de celle du marais de Mutt.

- **Vallon de Réchy:** Une balade automnale dans ce vallon a permis la récolte de deux lots de laïches rares des milieux humides: *Carex atrofusca* est une pionnière des abords de ruisseaux des glaciers alpins qui se mêle souvent aux plantes robustes de *Carex frigida*. L'autre est *Carex bicolor*, petite laïche étalée des alluvions de ruisseaux alpins.
- **Erschmatt:** Cette localité abrite un jardin de variétés de céréales et plantes cultivées anciennes, le «Sortengarten», bien connu pour ses activités de vulgarisation. Plusieurs espèces messicoles y ont été importées et y prospèrent depuis de manière spontanée dans les cultures. L'origine de ces messicoles n'est pas toujours claire, mais elles proviennent du Valais ou du canton de Berne. En 2003, les espèces suivantes y ont été récoltées: *Adonis aestivalis*, *Ajuga chamaepitys*, *Consolida regalis*, *Papaver argemone*, *Papaver dubium* subsp. *dubium*. Des tubercules de *Bunium bulbocastanum*, de provenance locale, ont également été récoltés puis multipliés aux CJBG pour obtenir de la semence.
- **Brentjong (Leuk):** Les cultures de céréales traditionnelles sur sol calcaire de Brentjong, près des antennes paraboliques, sont célèbres pour leur flore d'espèces messicoles. La surface dédiée à la culture extensive des céréales diminue très régulièrement depuis les années 1980. À l'instar d'autres espèces des lieux inventoriés par Waldis (WALDIS & al. 1987), cette flore est très menacée. Des récoltes ont eu lieu entre 1999 et 2008, notamment après l'incendie historique de la forêt de Loèche en 2003, des circonstances qui ont permis de redécouvrir d'anciennes terrasses abandonnées recouvertes par la forêt et mises à nu par le feu. Des espèces dont un stock grainier persistait encore dans le sol sont alors apparues, parfois en grande quantité. Durant ces 10 ans, les espèces suivantes ont pu être récoltées: *Adonis aestivalis*, *Adonis flammea*, *Agrostemma githago*, *Ajuga chamaepitys*, *Althaea hirsuta*, *Androsace*

maxima, *Bufonia paniculata*, *Buglossoides arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Camelina microcarpa*, *Caucalis platycarpos*, *Consolida regalis*, *Galium spurium*, *Polycnemum arvense*, *Polycnemum majus*, *Ranunculus arvensis*, *Scandix pecten-veneris*, *Thymelaea passerina* et *Xeranthemum inapertum*.

Dans la région de Brentjong ont aussi pu être récoltées d'autres espèces: *Colutea arborescens*, *Onopordium acanthium*, *Reseda luteola*, *Trifolium fragiferum*, *Veronica anagallioides*.

- **Bois de Finges – Salquenen – Miège:** Dans le Bois de Finges, *Odontites viscosus* occupe le sous-bois de la pinède et forme un cordon en bordure de sentier avec plus d'une centaine de plante, couvertes de nombreux poils glanduleux qui les rendent collantes et odorantes. Plus proches du Rhône, vers Millieren, les prés steppiques et lisières s'ornent des touffes duveteuses d'*Astragalus exscapus*. *Brachypodium rupestre* a aussi été récolté en forêt, au pied du versant d'Ochsenboden; cette espèce autrefois confondue avec *B. pinnatum* se révèle en fait beaucoup plus fréquente que soupçonné.

Dans le même Bois de Finges, entre 2004 et 2008, ont été récoltés *Gnaphalium luteo-album*, *Inula britannica*, *Minuartia rubra*, *Ranunculus sceleratus* et *Typha minima*. La petite massette, qui avait disparu des bords du Rhône, y a été réintroduite à partir de souches grisonnes par Philippe Werner (WERNER 1998). La localité récoltée près de Millieren en 2008 est issue spontanément de ces réintroductions. Il n'est pas certain que les graines conservées, malgré leur nombre très important, soient encore viables, car elles ont une durée de vie très limitée (LAMBELET-HAUETER & al. 2010).

Au Rottensand, sur d'anciennes alluvions sèches recouvertes d'une végétation steppique, *Matthiola valesiaca* a été récoltée en 2008, un élément déalpin (DELARZE 1987) dont la station était menacée par la fermeture de la pinède, mais défrichée partiellement depuis.

À Tschanderünü ont été récoltés en 2004 près d'un petit étang *Allium angulosum*, peut-être disparu depuis, et, dans les espaces avec une végétation de type Nanocyperion qui l'entourent, *Centaureum pulchellum* et *Polycnemum majus*.



Une plantule de *Geranium bohemicum* obtenue en caissette aux CJBG, dont les graines proviennent du Bois de Finges.

Vers Pfyn, dans un pâturage, *Nonea erecta* a été récoltée en 2005, relique de cultures de céréales subsistant dans les petits espaces pionniers créés par les sabots des chevaux.

À la hauteur de Miège, en bordure de vignes, *Bufonia paniculata* s'étale par dizaine sur une centaine de mètres. Cette caryophyllacée très discrète à fleurs tetramères, a des capsules à 2 valves ne produisent qu'une à deux graines. Une espèce particulièrement difficile à obtenir, *Geranium bohemicum*, est à signaler. Trois récoltes de 15 à 70 graines ont été offertes aux CJBG, une en provenance de Vercorin (2007), une du Bois de Finges (1997) par P. Werner et une, découverte à Champex en 2007, par Jean-Luc Poligné. Ces trois stations ont été fugaces, étant apparues après un bouleversement du sol, et ont à nouveau disparu les années suivantes. Les trois lots ont été mis en multiplication et seule la portion du Bois de Finges (Beauregard), plus ancienne, a produit des germinations. Les *Geranium* sont connus pour la dormance physiologique de leurs semences, ce qui peut expliquer cette différence. Une récolte abondante a pu être obtenue de cette multiplication, les lots stockés en banque de semences n'ayant donc qu'une unique provenance, celle du Bois de Finges.



Les jardiniers des CJBG présentent les cultures de *Ranunculus rionii* en bac dans les couches à Philippe Werner.
Photos Catherine Lambelet

Fruit de *Ranunculus rionii* en culture.
Photo David Aeschmann



Bocal de *Ranunculus rionii* avec des graines au fond prêtes à être récoltées. Photo Catherine Lambelet

Le Bois de Finges a également abrité pendant une courte période une population de *Ranunculus rionii* réapparue en 1997 dans un étang récemment creusé. Avant leur nouvelle disparition, quelques exemplaires de cette renoncule ont été donnés par P. Werner et ont été multipliés au jardin botanique. La culture de cette espèce s'est révélée très difficile, mais à force de persévérance, d'échecs et de recommencements, les jardiniers ont réussi à la maintenir depuis 2003 dans les couches de multiplication. Peu à peu, des lots de graines ont pu être récoltés, soigneusement conservés, et la technique du semis et de la récolte est maintenant maîtrisée.

- **Lens – Ollon:** La région entre Lens et Ollon a été parcourue entre 1999 et 2005 pour trouver des messicoles dans les quelques cultures de céréales restantes, notamment dans un champ de céréales traditionnelles entretenu par A. Sierro à Flanthey: *Agrostemma githago*, *Ajuga chamaepitys*, *Androsace maxima*, *Bupleurum rotundifolium*, *Consolida regalis*, *Nigella arvensis* (originaire du canton de Berne), *Polycnemum majus*, *Scandix pecten-veneris*, *Stachys annua*, *Vicia pannonica* subsp. *striata*,

Xeranthum annuum (issu de culture) ont fourni des graines. Les graines ayant servi à l'ensemencement de certaines de ces espèces ont été offertes par le Sortengarten Erschmatt. Juste sous Lens, un champ situé sur un sol particulièrement humide (passage d'un ruisseau) abritait à l'époque une très grosse population de *Juncus sphaerocarpus*, qui a permis une récolte très abondante ainsi qu'une multiplication aux CJBG. *Juncus sphaerocarpus* a été retrouvé sur une autre station de la région, beaucoup plus modeste, en 2011. Les bordures de route aux alentours d'Ollon abritent régulièrement des populations de *Bufonia paniculata* qui a pu être récoltée en abondance également.

- **Cry d'Er – Bellalui:** En s'élevant jusqu'à Cry d'Er à plus de 2200 m d'altitude, *Viola cenisia* a été trouvée dans des éboulis proche de la station d'arrivée des remontées mécaniques. Toute la pente propice a été prospectée sur 5000 m² pour trouver un nombre de pieds-mère suffisant. Les balms du côté nord abritent une des 3 ou 4 stations



Saxifraga cernua avec ses bulbilles violettes. Les fleurs sont stériles. Photo Jacqueline Détraz-Méroz

de *Saxifraga cernua* de Suisse. Cette espèce est aussi connue pour ses bulbilles violettes le long de sa tige. En réalité, les fleurs sont stériles et la plante ne se reproduit donc que végétativement. En l'occurrence, les bulbilles ont été récoltées et leur capacité de stockage a été testée avec succès (BREMANN & al. 2019). Les analyses génétiques des petites

populations dispersées en Suisse et ailleurs en bordure de l'aire centrale des montagnes de l'Arctique montre une très faible variabilité génétique (BAUERT & al. 1998) Un seul lot de bulbilles devrait donc suffire à représenter la variabilité génétique des populations suisses.

- **Zeinson:** Entre Chermignon et Montana-Village, au-dessous de la route, se trouve une zone très connue pour sa flore messicole. Comme à Brentjong (voir ci-dessus), les surfaces diminuent progressivement, peu à peu grignotées par l'urbanisation. Entre 1999 et 2008, on a pu récolter dans les terrasses étroites et les talus secs qui les séparent plusieurs espèces principalement messicoles: *Adonis flammae*, *Agrostemma githago*, *Androsace maxima*, *Bufoia paniculata*, *Bupleurum rotundifolium*, *Centaurea cyanus*, *Consolida regalis*, *Isatis tinctoria*, *Melampyrum arvense*, *Papaver argemone*, *Ranunculus arvensis* (dans des dépressions des champs restant humides assez longtemps) et *Scandix pecten-veneris*.

- **Grimisuat – Saint-Léonard:** Une jolie population d'*Arabis collina* prend place sur les petites tablettes terreuses en ubac d'un escarpement rocheux du plateau de Signèse. Cette position ombragée au nord de cette petite crête à végétation encore naturelle parmi les vignes plaît à cette espèce qui a besoin de chaleur mais non de soleil direct. Cette population exceptionnelle a permis de récolter de très nombreuses graines sur 66 plantes-mère. Sur d'anciennes terrasses de culture près de Grimisuat ont été récoltées deux messicoles: *Consolida regalis* et *Melampyrum arvense*. Autour du bac de rétention de l'autoroute de Mangold a pu être récoltée *Blackstonia acuminata* (espaces pionniers du Nanocyperion). À Orgival, la plus grande population connue en Valais de *Ranunculus gramineus* a été récoltée pendant plusieurs années et également multipliée *ex situ*. Le long du Bisse de Claveau a eu lieu en 2010 une récolte d'*Aegilops cylindrica*, une espèce néophyte encore assez rare à l'époque, mais tendant maintenant à être plutôt envahissante.

- **Sion – Valère & Tourbillon:** Sur ces deux collines de la Ville de Sion ont pu être récoltées des espèces emblématiques de l'étage collinéen du Valais central. Tout d'abord *Centaurea valesiaca*, qui se trouve aussi dans le Val d'Aoste et en Maurienne. En montant à Tourbillon, *Clypeola*



Une touffe de *Gagea saxatilis* de Valère à la fructification.
Photo Jacqueline Détraz - Méroz

jonthlaspi forme de petites populations localisées dans des coins secs et sableux, sur calcaires, formant l'association *Clypeoetum jonthlaspi* (KORNECK 1975). D'origine méditerranéenne, sa présence en Suisse se limite au Valais central. Thomas, cité par MURITH (1810), signale déjà cette petite annuelle en 1793 à cet endroit. Après la floraison de minuscules fleurs jaunâtres, les fruits en forme de petits boucliers pubescents renferment une unique graine; c'est le plus souvent à ce stade que l'on remarque sa présence. *Trigonella monspeliaca* est une autre espèce annuelle d'origine méditerranéenne qui a été récoltée sur la colline de Tourbillon. Sa présence n'est pas toujours assurée, mais 2016 a vu une explosion de cette espèce le long du sentier sous le château.

Les collines de Valère et Tourbillon sont célèbres pour leur flore des steppes rocheuses, étudiée entre autres par FREY (1934) puis par BRAUN-BLANQUET (1961). Ce dernier décrit une association *Ephedro-Artemisietum valesiaca* sur la colline de Tourbillon. Ce lieu type de l'association est tout trouvé pour une récolte de graines d'*Ephedra helvetica* dont deux ont pu avoir lieu en 2010 et 2016.

Finalement, un essai de récolte de graines a été tenté avec *Gagea saxatilis* et *Gagea villosa*, deux gagées présentes à Valère et entre les deux collines. *G. saxatilis* fleurit très tôt au printemps: sa floraison lumineuse ne passe pas inaperçue dans l'herbe encore sèche de l'hiver; cependant il est difficile de la retrouver une fois que le tapis herbacé

s'est développé. Comme expliqué dans la rubrique méthodologique, la production de graines est très faible. Ce phénomène est connu chez les gagées des rochers (du groupe *bohemica*, d'origine méditerranéenne): la reproduction sexuée diminue le long d'un axe Méditerranée – nord de l'Europe (SLATER 1990, PETERSON & al. 2010) et il en est de même pour *Gagea villosa* (GARGANO & al. 2007, SCHNITTLER & al. 2013). Dans ce cas, si une opération de conservation *ex situ* devait se réaliser, elle devrait se focaliser sur la reproduction végétative via les bulbilles. Pour l'heure, la conservation de ces espèces passe d'abord par le maintien des biotopes qui leur conviennent, ce qui est le cas pour les collines de Sion.

- **Sion – Montorge:** Le bisse de Montorge parcourt le flanc sud de la colline à mi-coteau et traverse les steppes rocheuses en amont des vignes. Les espèces-cibles y sont des espèces printanières telles que *Hornungia petraea*, *Viola kitaibeliana* et *Clypeola jonthlaspi* qui ont été récoltées en avril 2017. Les petits dépôts de loess à peine décarbonatés sont favorables à *Hornungia* et *Clypeola* qui croissent souvent côte à côte, tandis que la violette de Kitaibel, espèce des pelouses steppiques sur sol siliceux, forme à l'endroit de la collecte une bordure printanière le long du bisse. Cette violette de petite taille se confond parfois avec de petites exemplaires de *Viola* du groupe tricolore mais elle s'en distingue par sa présence préférentielle dans la pelouse steppique, en mosaïque entre les touffes de *Festuca valesiaca*, et par sa pubescence marquée sur toute la plante. Quittant le flanc sud pour l'est et sa forêt plus ou moins clairsemée de chênes pubescents et de pins sylvestres, on trouve quelques clairières à *Filipendula vulgaris*, une rosacée à six pétales et à feuilles très découpées, typique des pelouses mi-sèches continentales, à distribution dispersée en Suisse.

- **Sion – Crête des Maladaires:** Après les collines de Sion (Valère et Tourbillon, Montorge), celle des Maladaires est plutôt une crête orientée parallèlement à la vallée du Rhône, la surplombant d'une centaine de mètres. Sans surprise, son flanc sud est colonisé par une végétation steppique très intéressante parmi laquelle une grande population de *Telephium imperati*. La taille et probablement l'âge des pieds à très nombreuses tiges rayonnantes montrent que l'espèce a trouvé là son milieu optimal en Valais central; elle y produit des graines en abondance.



Fin de floraison d'*Armeria arenaria* à La Forclaz en mélange avec *Allium sphaerocephalon* et autres fétuques.
Photo Jacqueline Détraz - Méroz

- **Val d'Hérens:** Les talus secs et les bordures de prairie en aval de La Forclaz, sur Les Haudères, sont l'unique site suisse actuel d'*Armeria arenaria*, qui a fait l'objet de deux récoltes. Autrefois signalée dans la vallée de Saas, c'est une espèce des montagnes du sud-ouest de l'Europe bien présente de la France jusqu'en Espagne sur sols secs siliceux. Par ailleurs, les haies bocagères en aval de La Forclaz sont riches en différentes espèces de *Rosa*, dont *Rosa chavini*, qui forme de gros buissons dispersés dans le secteur. Dans les prés secs des alentours d'Evolène, Saint-Martin et Mase ont été trouvées plusieurs espèces: *Gentiana cruciata*, *Marrubium vulgare*, *Nepeta nuda*, *Onopordum acanthium*, et, dans un pâturage, *Rumex patientia*, un ancien légume. Près de Mase a été récoltée à l'orée de la forêt (Berberidion) une petite population dispersée de *Geranium divaricatum*. Près de Vex, dans une steppe à *Bromus squarrosus*, une importante population de *Trisetum cavanillesii*, a pu être échantillonnée en 2010 en fin de grenaison. Une petite portion d'*Onosma helvetica* récoltée près de Saint-Martin a également été multipliée aux CJBG avec succès.

- **Savièse – Sanetsch:** La région du Sanetsch est très contrastée. Ses roches calcaires forment des adrets chauds à l'altitude moyenne favorable au *Lilium bulbiferum* subsp. *croceum*, une espèce présente en Valais mais bien plus fréquente dans l'est de la Suisse. Une très belle station s'étend non loin de la route du Sanetsch et la couleur orange de ses fleurs spectaculaires attire l'œil des usagers de la route en juin. Malheureusement, cette attractivité se ressent lors du passage fin



Capsule mûre de *Liliun bulbiferum* subsp. *croceum* et le lot de graines de la station du Sanetsch. Photos Jacqueline Détraz - Méroz

septembre pour la récolte de graines : plus aucune hampe n'a été trouvée dans un rayon visible depuis la route. Seuls 14 individus ont pu être retrouvés en contrebas. Il semble que l'espèce se maintienne quand même durablement dans cette station grâce à l'inaccessibilité d'une partie des pieds dans les parois rocheuses. La question de la production de graines pour le maintien à long terme de la population serait toutefois à examiner.

Presque 1000 m plus haut en altitude, les éboulis de l'Arpille-sous l'Arpelistock offrent une vision très minérale à peine égayée des touffes de *Saussurea alpina* subsp. *depressa*. Cette astéracée calcicole des éboulis de l'étage alpin se limite aux Alpes de l'ouest de la Suisse et dans les Alpes de France et du Tyrol italien.

- **Ardon – Vétroz - Conthey:** Peu après son établissement, l'étang artificiel établi aux Îles en bordure de l'autoroute (parking) a permis la récolte de *Blackstonia acuminata* le long des rives restées pionnières après le chantier. Dans les marais d'Ardon, *Scutellaria galericulata* a été récoltée. Un lot de *Cyperus flavescens* de ces marais a également été offert aux CJBG par Florian Dessimoz. Ne contenant que très peu de graines, il a été multiplié avec succès. Une partie de cette récolte a été rendue ultérieurement pour être à nouveau semée lors d'un projet de renaturation près de Sion. Le long des canaux où il a été réintroduit par Charly Rey entre Conthey et Vétroz, plusieurs récoltes de *Cirsium canum* ont pu être effectuées. Cette espèce a également été multipliée aux CJBG. Dans cette région ont aussi pu être récoltées *Odontites viscosus*, *Clematis recta*, *Filipendula vulgaris*, *Torilis arvensis* et *Trigonella monspeliaca*, cette dernière sous les ruines du Château de la Soie. À la station des Fougères,



Un capitule de *Cirsium canum* en culture aux CJBG au moment de la récolte des graines. Photo Catherine Lambelet

des graines issues de la multiplication de *Scorzonera laciniata* ont pu être récoltées, elles sont donc issues d'une culture.

- **Ardon – Vertsan:** Le *Dracocephalum austriacum* est un des fleurons des espèces des Alpes. Proche du *D. ruschiana*, dont il se distingue surtout par ses bractées trifides et ses fleurs plus grandes, il occupe toute la pente de Vertsan-Dessous entre 1750 et 1860 m d'altitude. La forte déclivité de la pente à peine traversée par un sentier a rendu périlleux la prospection et l'échantillonnage d'une grande partie de la population (récoltes en 2005 et 2016).
- **Saillon – Chamoson:** Les pelouses steppiques entre le bourg de Saillon et La Sarvaz accueillent une belle population d'*Artemisia vallesiaca* parmi la riche flore de l'adret valaisan. Sa floraison automnale n'autorise la récolte de graines qu'à mi-novembre. Aromatique comme la plupart des *Artemisia*, elle était autrefois la principale espèce cueillie pour obtenir une liqueur de type chartreux par macération alcoolique. Actuellement les récoltes sauvages pour fabriquer cette liqueur se focalisent sur les

génépis de l'étage alpin (*Artemisia genepi*, *A. umbelliformis*, *A. glacialis*). À deux pas de là, au pied des vignes, un foisonnement inextricable de *Galium parisiense* forme une très importante population qui a servi à la récolte de plus de 300'000 graines. Habituellement, cette espèce forme de petites populations très localisées. *Papaver argemone*, dont la présence est encore bien attestée en Valais alors qu'il s'est notablement raréfié au niveau suisse, y a aussi été récolté. Près de Chamoson, aux Clèves, une magnifique population de *Phleum paniculatum* a pu être récoltée grâce à Olivier Duckert, qui en assure la pérennité au sein de ses vignes.

- **Nendaz – Isérables:** Près de Verrey une belle station de *Nepeta nuda* a été échantillonnée en 2002 alors qu'en 2001 sur les talus des anciennes terrasse de céréales d'Isérables ont été récoltés *Bupleurum rotundifolium* et *Telephium imperati*, qui se maintiennent dans les zones écorchées.
- **Saxon:** Sur les pentes steppiques en dessous de Sapinhaut ont été récoltés *Adonis vernalis*, espèce patrimoniale et emblématique de la région, ainsi que *Scorzonera austriaca*.
- **Fully – Mazembroz:** *Crupina vulgaris* a fait l'objet de deux collectes en juin, complémentaire à celle de Schallberg, mûre seulement un mois plus tard. Sur Mazembroz, la visite d'une clairière à pelouse steppique parmi la chênaie buissonnante a permis de récolter *Scleranthus annuus* subsp. *verticillatus*, un scléranthe deux fois plus petit que la forme classique fréquente de la sous-espèce *polycarpus*. *Cruciata pedemontana*, qui forme des enchevêtrements de tiges fragiles, a aussi été récoltée dans cette zone. À côté, dans les vignes, est dispersé *Ononis pusilla*, petite fabacée typique de la plaine valaisanne et du Tessin méridional. Plutôt inféodée à la pelouse steppique, elle trouve dans les allées des vignobles, un milieu de substitution, qui explique peut-être sa préservation.
- **Fully – Branson:** Les Follatères ne sont plus à présenter tellement leur renommée déborde les frontières. Chaque année, ce lieu mythique voit débarquer son lot de pèlerins-botanistes venus admirer un cortège d'espèces absentes du reste de la Suisse. Une saxifrage de milieu herbacé profite de ces pelouses: *Saxifraga bulbifera*. Originaires de l'est (Proche-Orient – Est méditerranéen), elle atteint dans la plaine du Valais les confins ouest de sa distribution. Ses fleurs blanches

en grappe produisent des graines minuscules, de même que de nombreuses bulbilles. Ces dernières ont été stockées à part et feront l'objet d'une étude sur leur conservation en banque de semences, au même titre que les bulbilles de *Saxifraga cernua* (BREMANN & al. 2019). Aux alentours du village de Branson, *Trifolium striatum* colonise une partie du chemin empierré et les abords d'une pelouse steppique. Plusieurs autres espèces emblématiques de cette célèbre mosaïque de vignes et de milieux steppiques ont été récoltées entre 2001 et 2010: *Helianthemum salicifolium*, *Lathyrus sphaericus*, *Orlaya grandiflora*, *Pisum sativum* subsp. *biflorum*, *Scleranthus annuus* subsp. *polycarpus*, *Tragus racemosus*.

- **Charrat – Vison:** Ce versant de la rive gauche du Rhône au climat très contrasté, de type continental froid, abrite une flore particulière composée entre autres du peucedan de Vénétie, *Peucedanum venetum*. Charrat est une des rares stations valaisannes, alors que cette espèce est largement distribuée dans le Tessin méridional en prolongement d'une présence bien établie en Italie. Les pieds de cette apiacée se répartissent le long de la route du bas du coteau et des chemins en terre, profitant probablement d'une tonte des talus qui lui assure une moindre concurrence. À 200 m de là, le versant ouest de la crête de Vison s'orne d'une cinquantaine de petits buissons de *Veronica prostrata* subsp. *prostrata* avec ses fleurs rosées en épis compacts. Cette espèce des prés secs et des pinèdes profite aussi du désherbage opéré pour un jardin d'agrément en bordure d'une maison du village. Autrefois bien plus répandue, elle se trouve en petites populations isolées en Valais, mais plus fréquemment aux Grisons.
- **Pierre Avoi – Savoleyres:** Depuis la plaine du Rhône, la dent rocheuse de la Pierre Avoi attire le regard. Cette proéminence calcaire abrite une des belles stations de *Saxifraga diapensioides* du Valais, espèce qui est sinon bien connue des vallées des Dranses plus à l'ouest. Les petits coussins croissent dans les anfractuosités des rochers et la plupart sont relativement inaccessibles. C'est pourquoi la récolte s'est effectuée sur le flanc sud et en bordure du sentier en direction de la Comba Plâne sur un petit nombre de plantes. Finalement, sur l'arête de Savoleyres en direction du col de la Marlène, une colonie de *Poa glauca* étalée sur quelques mètres a livré une petite récolte.



Coussin de *Saxifraga diapensioides* en fleurs (4 juillet 2017) dans les rochers de la Pierre Avoi. Photo Jacqueline Détraz

- **Val de Bagnes – Mauvoisin – Chanrion:** Les trois visites de ce site ont eu lieu en 2018 et du fait de sa qualité et de la diversité floristique hautement reconnue de la vallée de Bagnes, une session d'une semaine entre Mauvoisin et Chanrion a été organisée en juillet pour les partenaires du projet APC&RP. À cette occasion, un film a été réalisé par le MSB³.

Une première visite en juin a permis de confirmer une magnifique population d'*Aquilegia alpina* le long du sentier à Pazagnou, celle-ci a cependant été fauchée avant maturité et la récolte sera finalement maigre. Dans la mégaphorbiée a été récoltée également *Hugeninia tanacetifolia*, sur un dénivellé de 500 m environ. *Arabis subcoriacea* a été échantillonnée dans les suintements tout le long du sentier en amont de Pazagnou. Dans les pentes herbeuses de la Pierre à Vire, les capsules d'*Androsace puberula* ont aussi livré une assez bonne récolte. *Antennaria carpatica*, *Dryas octopetala* et *Trifolium alpinum* sont aussi récoltés sur ce chemin en tant qu'espèces typiquement alpines. La région de Chanrion-La Paume a été parcourue pour récolter une espèce négligée jusqu'il y a peu: *Anthyllis vulneraria* subsp. *guyotii*, une petite anthyllide à fleurs de couleur vineuse retrouvée dans le Valsorey par Michel Grenon (GRENON 2007). Maintenant citée dans les flores, sa distribution se précise dans l'ouest alpin, des Alpes valaisannes jusqu'aux Alpes maritimes. Aux alentours de la cabane de Chanrion, une petite population de *Potentilla nivea* et *Oxytropis fetida* ont fait l'objet d'une

modeste récolte. Le retour sur Mauvoisin par la rive droite du lac via Tsofeiret a permis plus tard la récolte d'*Artemisia glacialis* vers le pont sur la Dyure du Brenay, espèce à ne pas confondre avec *Artemisia umbelliformis*. Présente en Suisse seulement vers les plus hauts sommets des Alpes pennines, l'armoise des glaciers est bien plus fréquente dans les Alpes françaises où elle est récoltée pour la fabrication de liqueur de génépi. Sur le plateau de Tsofeiret, une autre station plus abondante de *Potentilla nivea* a été échantillonnée sur les petites crêtes sèches à l'ouest du lac.

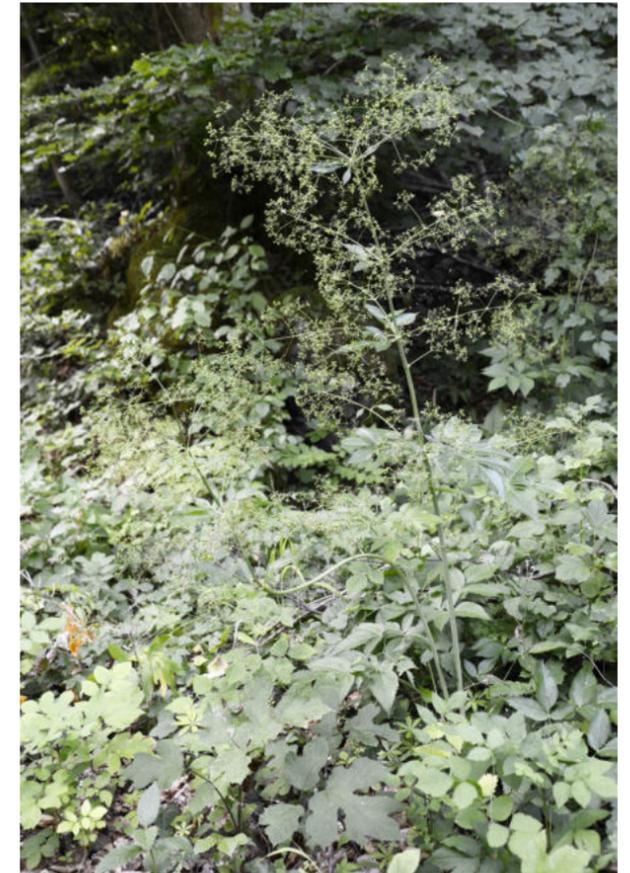
- **Vallées des Dranses:** Plusieurs stations dispersées le long des vallées des Dranses et dans leurs vallées latérales ont permis différentes récoltes entre 2000 et 2012: au Valsorey *Dracocephalum ruyshiana*, à Liddes *Filago arvensis*, au Val d'Arpette *Murbeckiella pinnatifida*, à Bovernier *Alyssoides utriculata*. À Vollèges, près de Sembrancher, ont pu être récoltées en 2001 dans les quelques champs de céréales restants quelques espèces messicoles: *Adonis aestivalis*, *Anthemis arvensis*, *Consolida regalis* et *Ranunculus arvensis*. À Bourg-St-Bernard, 555 m plus bas que le col du Grand-St-Bernard, l'entrée du tunnel occupe une grande cuvette à l'amont du lac de barrage des Toulas. À 200 m des rochers Maringo (ou Marengo)⁴, en bordure du torrent de Menouve, se trouve une belle mégaphorbiée dominée par *Adenostyles alliariae* dans la combe ombragée qui paraît être un milieu tout à fait naturel pour *Chaerophyllum elegans*. Ceci est souligné car les aires disjointes des 3 stations italo-franco-suisse de ce chérophylle alimentent les discussions sur la naturalité de sa distribution. Signalée de part et d'autre du Grand-Saint-Bernard, elle se rencontre aussi 300 km plus au sud dans les Alpes maritimes, autour de St-Martin de Vésubie, et en Italie, au nord du Lac de Garde. WÖRZ (1988) pense qu'il s'agit d'une reliecte pré-glaciaire repoussée par le glacier de Dora-Baltea entre le Val d'Aoste et la plaine du Pô pendant le Quaternaire.
- **Trient:** Dans la vallée de Trient, sur les enrochements endiguant le torrent juste au-dessus du village, P. Werner a récolté en 2008 des graines sur les 10 derniers *Myricaria germanica* survivants à l'époque. Cette espèce a fortement régressé dans son habitat alluvial des contreforts alpins, en Valais et dans d'autres régions, victime des corrections des eaux et des barrages. Malgré l'abondance de cette récolte de près de 100'000 graines, il faut rester prudent par rapport à la viabilité de ce lot, les semences n'ayant qu'une longévité restreinte. Un programme de suivi des

populations semblerait approprié pour cette espèce, mais il semble que suite à des mesures prises depuis cette époque, les populations se portent mieux en Valais (Info Flora 2019).

- **Salvan – Van d'en Haut – Emosson:** Le petit vallon de Van, en aval de Salanfè, possède une flore riche en espèces rares ou peu fréquentes, dont *Epilobium duriae*. Cette espèce a été retrouvée en 2014 par J.-L. Poligné d'après les indications de COQUOZ (1924) communiquées par le Dr. La Nicca dans un compte-rendu de La Murithienne (HOFFMANN 1937) et repris par BECHERER dans son catalogue (1956). Une première visite à mi-juillet a été essentielle pour la prospection en compagnie de son re-découvreur avec lequel la station a été plus ou moins circonscrite en rive droite du torrent de La Salanfè, entre les blocs de rochers, en sous-bois. Les caractères du stigmaté sont essentiels pour écarter d'autres espèces selon la clé de détermination, en plus de la taille des graines. Dans les pentes rocheuses qui surplombent le barrage a aussi été récoltée *Aquilegia alpina*, une des premières récoltes valaisannes, datant de 2000.

La récolte de graines de *Murbeckiella pinnatifida* nécessita une approche de plusieurs heures à pied et hors sentier entre Emosson et le vallon d'Emaney, au lac de Fontanabran, en septembre. Une grande population avait été signalée à cet endroit, alors que les autres localités connues mentionnaient seulement quelques pieds isolés. Cette brassicacée aux feuilles découpées se fond facilement dans le paysage rocaillieux grâce à ses teintes rouge-vertes et son port étalé à même le sol. Sur les buttes alentours, une récolte supplémentaire de *Gentiana alpina*, a pu être effectuée malgré une population dispersée.

- **Saint-Maurice:** Sur le futur emplacement du bureau des automobiles ont été récoltés des lots de *Lathyrus aphaca* et *Scutellaria galericulata* avant le début du chantier entre 2003 et 2005.
- **Vionnaz:** Entre 2002 et 2004, plusieurs repérages dans les Rigoles de Vionnaz ont été effectués avant un chantier et ont permis de sauvegarder des graines d'*Inula helvetica*, une population très dense à l'époque, et *Pulicaria dysenterica*. Certaines plantes, multipliées aux CJBG, ont été réintroduites ultérieurement par P. Werner le long du fossé des Talons.



Trochiscanthes nodiflora dans un sous-bois du Chablais le jour de la récolte de graines. Photo Jacqueline Détraz - Méroz

Culture *ex situ* de *Carpesium cernuum* aux CJBG, à partir d'un lot de graines récoltées au-dessus du Bouveret. Les graines récoltées sur ces pieds ont fourni un lot important à la banque de semences. La multiplication de tels lots est limitée à une seule génération. Photo Catherine Lambelet

³ <http://www.alpineseedconservation.eu/index.php/video/sur-la-recolte-de-graines-et-les-recherches-au-sein-du-projet-dans-un-environnement-alpin>.

⁴ nom qui rappelle le passage de Napoléon (bien que la bataille victorieuse de Marengo ait eu lieu vers Milan ...) en 1800 accompagné par L.-J. Murith, alors prieur de l'Hospice du Grand-St-Bernard. Le glossaire sur les toponymes de Suisse romande de SUTER (2009) propose de rattacher Maringo à «un lieu boueux, du patois marguet, [pré marécageux au bord de l'eau], du gaulois marga, [boue]».

• **Port - Valais:** Le versant valaisan du Chablais profite à une flore de climat pseudo-atlantique, influencé par le Léman. Parmi les espèces spectaculaires se trouve le *Trochiscanthes nodiflora* qui affectionne les hêtraies xérothermophiles réparties entre Martigny et le Bouveret, essentiellement en rive gauche du Rhône. En France, cet orophyte ouest-alpin est signalé depuis le Vercors jusqu'à Menton. Selon KÄSERMANN & MOSER (1999), «les stations helvétiques constituent un avant-poste septentrional isolé de l'espèce». Cette grande ombellifère aux inflorescences en panicules lâches peut atteindre 2 m de haut. Les populations échantillonnées entre 2004 et 2018 se situent sur les routes forestières en dessus des Evouettes et d'Epinassey – Evionnaz, sur des stations suffisamment ensoleillées. Les graines récoltées étaient toutes placées aux extrémités des panicules. On ne sait si la cause en est la stérilité de certaines fleurs ou une pollinisation mal réalisée (KÄSERMANN & MOSER 1999). Une visite en 2018 sur des localités avec des populations abondantes prospectées en 2004 et 2005 par Catherine Lambelet à l'Epignat (en amont d'Evionnaz) est restée vaine: il semble que le recru forestier et l'assombrissement de la canopée aient fait régresser considérablement les effectifs de la population. Un éclaircissement pourrait relancer sa dynamique. *Carpesium cernuum* est une autre espèce caractéristique de cette partie du Valais, également forestière mais plus proche du Léman. C'est une nitrophile qui se plaît sur les chemins forestiers en amont du Bouveret, observée en populations denses dont les capitules penchés ressemblent à des mini tournesols, pollinisés par le vent (KÄSERMANN & MOSER 1999). Cette espèce est également dépendante des clairières et des éclaircissements forestiers.

En altitude, près du lac de Taney, trois récoltes d'*Eryngium alpinum* ont été effectuées en 2011. En effet, suite à une étude génétique effectuée par le laboratoire de génétique moléculaire des CJBG, une analyse des populations suisses de cette espèce a été effectuée (NACIRI & LAMBELET 2007). Par la suite, une recherche ciblée des stations les plus représentatives de la variabilité génétique de cette espèce a été réalisée en Suisse romande et plusieurs stations échantillonnées, dont celles de pelouses d'altitude au-dessus du lac de Taney à près de 1500 m, qui sont les seules populations valaisannes conservées dans la banque de semences.

REMERCIEMENTS

Nous remercions particulièrement le Millenium Seed Bank (Jonas Mueller, Elinor Breman) pour son soutien dans le cadre du projet APC&RP, ainsi que les partenaires du projet à Gap (Noémie Fort, Léa Bizard), Graz (Christian Berg, Patrick Schwager), Innsbruck (Brigitta Erschbamer, Konrad Pagitz, Vera Margreiter) et Pavia (Graziano Rossi, Andrea Mondoni, Francesco Porro, Thomas Abeli). Nous sommes également reconnaissantes à la Fondation Mariétan (Jean-Claude Praz) qui a contribué financièrement à la collecte des taxons récoltés en Valais et à Info Flora (Lionel Sager, Helder Santiago) pour la mise à disposition des données pour la planification des récoltes.

Nos remerciements vont aussi à toutes les personnes ayant collaboré, de près ou de loin, dans un cadre bénévole ou professionnel, à l'élaboration de cette collection en permettant la récolte des échantillons: Beat Bäumler, Sandra Bersier, Frédéric Bieri, Christophe Bornand, Michèle Burgener, Ariane Cailliau, Robert Braito, Céline Buchschacher, Jean-François Burri, feu Gilles Carron, Patrick Charlier, Franco Ciardo, Florian Dessimoz, Olivier Duckert, Sylvine Eberlé, Cédric Fawer, Saskia Godat, Alfred Griessen, Jérémie Guénat, Christiane Guerne, Vincent Herpailier, Philippe Juillerat, Peter Keusch, Anne-Valérie Liand, Adrian Möhl, Florian Mombrial, Yamama Naciri, Jean-Luc Poligné, Charly Rey, Sabine Rey-Carron, Sibyl Rometsch, Nicolas Ruch, Antoine Sierro, Gerhard Schmid, Marilyn Staehli, Arnold Steiner, Roni Vonmoos, feu Philippe Werner, Esther Zwanger.

Citons aussi ici le travail de plusieurs équipes des CJBG: le secteur des Rocailles du jardin, l'équipe informatique, le laboratoire de Conservation, les herbiers et le laboratoire de génétique moléculaire.

BIBLIOGRAPHIE

- AESCHIMANN, D., N. RASOLOFO & J.-P. THEURILLAT 2011. Analyse de la flore des Alpes. I: Historique et Biodiversité. *Candollea* 66: 27-55.
- APLIN, D. 2008. How useful are botanic gardens for conservation? *Plant Conservation* 9.
- BAUERT, M. R., M. KÄLIN, M. BALTISBERGER & P. J. EDWARDS 1998. No genetic variation detected within isolated relict populations of *Saxifraga cernua* in the Alps using RAPD markers. *Molecular Ecology* 7: 1519-1527.
- BECHERER, A. 1956. *Flora Vallesiacae Supplementum: Supplement zu Henri Jaccards Catalogue de la flore valaisanne*. Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles 81, 556 p.
- BIZARD, L. 2017. Evolution of annual species in alpine environment in the context of global change: a study of rock clover population (*Trifolium saxatile* All.) in the french alps. <http://www.alpine-seed-conservation.eu>
- BRAUN-BLANQUET, J. 1961. Die inneralpine Trockenvegetation. *Geobotanica selecta* 1. Stuttgart, 273 p.
- BORNAND, C., A. GYGAX, P. JUILLERAT, M. JUTZI, A. MÖHL, S. ROMETSCH, L. SAGER, H. SANTIAGO & S. EGGENBERG 2016. Liste Rouge. Plantes vasculaires. Espèces menacées en Suisse. Office fédéral de l'environnement, Berne et Info Flora, Genève. *L'environnement pratique* n° 1621, 178 p.
- BREMAN, E., J. DÉTRAZ-MÉROZ, J. TERRY & C. LAMBELET-HAUETER 2019. *Ex situ* conservation of *Saxifraga cernua* (*Saxifragaceae*) bulbils from alpine species. *Biologia* <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00338-4>
- CECHINNI-PAUCHARD, M.-J. 2006. *Dynamique de la relance du safran à Mund (Alpes valaisannes): approche ethnographique d'un produit du terroir*. Mémoire Univ. Neuchâtel, non publ. https://doc.rero.ch/record/5808/files/mem_Cecchini_PauchardMJ.pdf
- ENSCONET [European Native Conservation network] 2009. *Manuel de collecte de Graines pour les espèces sauvages* [traduction française d'*ENSCONET Seed Collecting Manual for wild species*]. Royal Botanic Gardens, Kew (UK) & Universidad Politécnica de Madrid (Espagne)(Eds), 31 p.

- Euro+Med Plantbase 2019. *Artemisia campestris* subsp. *borealis* (Pall.) H. M. Hall & Clem. <http://www.emplantbase.org>
- FORT, N. 2015. *Banques de semences: un outil de conservation à suivre et à évaluer, un socle pour étudier l'évolution*. Congrès Conservation *ex situ* et réintroduction de plantes menacées, 21-22 janvier 2015, Info Flora, Berne. https://www.infoflora.ch/fr/assets/content/documents/Workshop_2015/Tagungsbuch_Ex-situ.pdf
- FREY, H. 1934. *Die Walliser Felsensteppe*. Thèse, Universität Zürich. Druck Stämpfli & Cie., Bern, 219 p.
- GARGANO, D., L. PERUZZI, K. F. CAPARELLI & G. CESCO 2007. Preliminary observations on the reproductive strategies in five early-flowering species of *Gagea Salisb.* (Liliaceae). *Bocconeia* 21: 349-358.
- GRENON, M. 2007. Redécouverte d'*Anthyllis guyoti* Chodat, une rare endémique des Alpes pennines. *Bull. Murith.* 124/2006: 39-48.
- HOBAN, S. & S. SCHLARBAUM 2014. Optimal sampling of seeds from plant populations for *ex situ* conservation of genetic biodiversity, considering realistic population structure. *Biol. Cons.* 177: 90-99.
- HOFFMANN, A. E. 1937. Procès-verbal de l'Assemblée de printemps de la Société botanique suisse du 3 au 5 avril 1937, à Sion. *Bull. Soc. Bot. Suisse* 47: 465-468.
- INFO FLORA 2015. *Plantes vasculaires endémiques ou endémiques partielles de Suisse*. Info Flora. <https://www.infoflora.ch/fr/generalites/downloads.html>
- INFO FLORA 2019. *Myricaria germanica*. Carte de distribution. <https://www.infoflora.ch/fr/flore/myricaria-germanica.html>
- KÄSERMANN, C. & D. MOSER 1999. *Fiches pratiques pour la conservation. Plantes à fleurs et fougères*. OFEFP, Berne, 344 pp. <https://www.infoflora.ch/fr/flore/conservation-des-especes/fiches-conservation.html>
- LAMBELET-HAUETER, C. 2015. Les banques de semences au service de la préservation de la flore. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 94.3: 261-272.

- LAMBELET, C., F. MOMBRIAL & C. FAWER 2017. La banque de semences des CJBG, un outil au service de la conservation de la biodiversité. *La Feuille Verte* 47: 78-81. http://www.ville-ge.ch/cjb/cjb_fv.php
- MOMBRIAL, F., C. LAMBELET-HAUETER & R. PALESE 2016. *Laboratoire de Conservation-Manuel de fonctionnement de la Banque de semences*. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. http://www.ville-ge.ch/cjb/conservation_activites_exsitu_semence.php.
- MONDONI, A., R. J. PROBERT, G. ROSSI, E. VEGINI & F. R. RAY 2011. Seeds of alpine plants are short lived: implications for long-term conservation. *Ann. Bot.* 107: 171-179.
- MOSER, D., A. GYGAX, B. BÄUMLER, N. WYLER & R. PALESE 2002. Liste Rouge des fougères et plantes à fleurs menacées de Suisse. Ed. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne; Centre du Réseau Suisse de Floristique, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy. Série OFEFP *L'environnement pratique*. 118 pp.
- MÜLLER, J., C. BERG, J. DÉTRAZ-MÉROZ, B. ERSCHBAMER, N. FORT, C. LAMBELET-HAUETER, V. MARGREITER, F. MOMBRIAL, A. MONDONI, K. PAGITZ, F. PORRO, G. ROSSI, P. SCHWAGER & E. BREMAN 2017. The alpine seed Conservation and research Network-a new initiative to conserve valuable plant species in the European Alps. *J. Mountain Sci.* 14 (4): 806-810. <http://www.alpineconservation.eu/>
- MURITH, L.-J. 1810. *Le guide du botaniste qui voyage dans le Valais: avec un catalogue des plantes de ce pays et de ses environs, auquel on a joint les lieux de naissance et l'époque de la fleuraison pour chaque espèce*. Lausanne, Henri Vincent, 108 p.
- NACIRI, Y. & C. LAMBELET 2007. Des marqueurs génétiques pour le suivi d'espèces en danger: l'exemple du panicaut des Alpes. *La Feuille Verte* 38: 15-16.
- OFEV 2011. Liste des espèces prioritaires au niveau national. Espèces prioritaires pour la conservation au niveau national, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne. *L'environnement pratique* n° 1103, 132 pp.
- PARISOD, C. 2008. Postglacial recolonisation of plants in the western Alps of Switzerland. *Bot. Helv.* 118: 1-12.
- PARISOD, C., G. BESNARD & P. HAINARD 2018. Le Simplon: voie de transit pour les plantes et carrefour de la biodiversité alpine. *Bull. Murith.* 135/2017: 22-38.
- PETERSON, A., D. HARPKE, L. PERUZZI, J.-M. TISON, H. JOHN & L. PETERSON 2010. *Gagea bohemica* (Liliaceae), a highly variable monotypic species within *Gagea* sect. *Didymobulbos*. *Plant Biosystems* Vol. 144/2: 308-322.
- POLIGNÉ, J.-L. & P. WERNER 2010. *Juncus capitatus* Weigel: jonc nouveau pour la flore valaisanne et confirmation d'anciennes observations. *Bull. Murith.* 128/2009: 43-50.
- REY, C. & S. REY-CARRON 2017. *Ranunculus gramineus*: action de sauvegarde d'une espèce menacée en Valais. Contribution à sa biologie de reproduction et à son écologie. *Bull. Murith.* 134/2016: 57-94.
- SCHNITTLER, M. A. PETERSON, J. PETERSON, S. BEISENOVA, R. I. BERSIMBAEV & T. PFEIFFER 2013. Minor differences with big consequences: Reproductive patterns in the genus *Gagea* (Liliaceae). *Flora-Morphology, Distribution Functional Ecology of Plants* 208/10-12: 591-598.
- SLATER, F. M. 1990. Biological Flora of the British Isles n°168. *Gagea bohemica* (Zauschner) J.A. & J. H. Schultes (*G. saxatilis* Koch). *Journal of ecology* 78: 535-546.
- SUTER, H. 2009. *Noms de lieux de Suisse romande, Savoie et environs*. Site internet <http://henrysuter.ch/glossaires/toponymes.html> (2000-2009), dernière mise à jour 18 décembre 2009.
- THEURILLAT, J.-L. 1992. *Etude et cartographie du paysage végétal (symphytozoénologie) dans la région d'Aletsch (Valais, Suisse)*. Teufen: Komm. F. Flück-Wirth. Thèse, 384 p.
- WALDIS, R. 1987. Unkrautvegetation im Wallis. Pflanzensociologische und chorologische Untersuchungen. *Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz* 63: 348 pp.
- WERNER, P. 1998. Essais de réintroduction de la petite massette *Typha minima* sur le Rhône de Finges, VS, et recommandations pour la revitalisation des grandes rivières alpines. *Bull. Murith.* 116/1997: 57-68.

- WERNER, P. 2001. Céréales de montagne et flore messicole rare du Valais: évolution récente et perspectives de conservation. *Bull. Murith.* 119/2000: 55-72.
- WÖRZ, A. 1988. Untersuchungen zu Gesellschaftsanschluss und Verbreitung von *Chaerophyllum elegans* Gaudin (Apiaceae). *Bot. Helv.* 98/1: 87-96.
- WYSE JACKSON, P. & L.A. SUTHERLAND 2000. *Agenda international pour la conservation dans les jardins botaniques*. Botanic Gardens Conservation International, UK, 70 pp.

Tableau 1 - Liste des taxons récoltés en Valais stockés dans la banque de semences

Colonne 1-2:	taxon et famille selon la check-list d'Info Flora
Colonne 3:	nombre de lots récoltés par taxon
Colonne 4:	nombre de graines estimées ou comptées avant conditionnement (les nombres très élevés, > 100'000, sont pour la plupart des estimations)
Colonne 5:	nombre de graines moyen par taxon
Colonne 6:	taux maximal de vitalité mesuré lors du test de la coupe
Colonne 7:	nombre moyen de plantes-mère échantillonnées par taxon
Colonne 8:	dernière année de récolte du taxon
Colonne 9:	1 indique que les lots sont dans leur totalité issus d'une multiplication
Colonne 10:	1 indique que le taxon a au moins un lot stocké à Genève, sinon le taxon est stocké au MSB
Colonne 11:	statut de menace selon la Liste Rouge suisse de 2016
Colonne 12:	degré de priorité national selon la Liste Prioritaire de 2011
Colonne 13:	1 indique un taxon endémique ou endémique partiel en Suisse
Colonne 14:	1 indique un taxon endémique des Alpes

Nom complet	Famille	Nombre de lots/taxon	Nombre de graines récoltées	Nombre moyen de graines/lot
<i>Adonis aestivalis</i> L.	Ranunculaceae	7	7050	1007
<i>Adonis flammea</i> Jacq.	Ranunculaceae	4	3405	851
<i>Adonis vernalis</i> L.	Ranunculaceae	1	4664	4664
<i>Aegilops cylindrica</i> Host	Poaceae	1	4880	4880
<i>Agrostemma githago</i> L.	Caryophyllaceae	13	55336	4257
<i>Aira elegantissima</i> Schur	Poaceae	1	22495	22495
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreb.	Lamiaceae	11	16721	1520
<i>Allium angulosum</i> L.	Liliaceae	4	70693	17673
<i>Allium lineare</i> L.	Liliaceae	1	2125	2125
<i>Althaea hirsuta</i> L.	Malvaceae	2	3816	1908
<i>Alyssoides utriculata</i> (L.) Moench	Brassicaceae	1	3538	3538
<i>Alyssum alpestre</i> L.	Brassicaceae	1	1617	1617
<i>Alyssum cf. montanum</i> (in desc.)	Brassicaceae	1	1010	1010
<i>Androsace maxima</i> L.	Primulaceae	7	15307	2187
<i>Androsace puberula</i> Jord. & Fourr.	Primulaceae	1	1120	1120
<i>Androsace septentrionalis</i> L.	Primulaceae	2	10300	5150
<i>Androsace vitaliana</i> (L.) Lapeyr.	Primulaceae	1	434	434
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	1	14507	14507
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>guyotii</i> (Chodat) Grenon	Fabaceae	1	7766	7766
<i>Apera interrupta</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	1	8340	8340
<i>Aphanes australis</i> Rydb.	Rosaceae	1	2231	2231
<i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.	Asteraceae	1	2774	2774
<i>Aquilegia alpina</i> L.	Ranunculaceae	2	4506	2253
<i>Arabis collina</i> Ten.	Brassicaceae	1	30074	30074
<i>Arabis subcoriacea</i> Gren.	Brassicaceae	1	19260	19260
<i>Armeria arenaria</i> (Pers.) Schult.	Plumbaginaceae	2	138114	69057
<i>Artemisia borealis</i> Pall.	Asteraceae	1	21158	21158
<i>Artemisia glacialis</i> L.	Asteraceae	1	5419	5419
<i>Artemisia nivalis</i> Braun - Blanq.	Asteraceae	1	1918	1918
<i>Artemisia vallesiaca</i> All.	Asteraceae	2	10821	5411
<i>Astragalus cicer</i> L.	Fabaceae	1	291	291
<i>Astragalus exscapus</i> L.	Fabaceae	1	1243	1243
<i>Astragalus leontinus</i> Wulfen	Fabaceae	3	3483	1161
<i>Blackstonia acuminata</i> (W.D.J. Koch & Ziz) Domin	Gentianaceae	2	113150	56575
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	Poaceae	1	1705	1705
<i>Bufoia paniculata</i> Dubois	Caryophyllaceae	5	9543	1909
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	Boraginaceae	2	5199	2600
<i>Bunias erucago</i> L.	Brassicaceae	2	8142	4071
<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	Apiaceae	2	29365	14683
<i>Bupleurum ranunculoides</i> subsp. <i>caricinum</i> (DC.) Arcang.	Apiaceae	1	2680	2680
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	Apiaceae	13	91507	7039
<i>Callianthemum coriandrifolium</i> Rchb.	Ranunculaceae	1	1238	1238
<i>Camelina microcarpa</i> DC.	Brassicaceae	6	135127	22521

Taux viabilité maximum	Nombre moyen de plantes - mère	Dernière année de récolte	Uniquement issu de culture	Stockage principal GE 0/1	LRCH	LPCH	(Sub)endémique de Suisse	Endémique des Alpes
100	21	2008	0	I	VU	4	0	0
82	30	2008	0	I	EN	3	0	0
	1000	2010	0	I	VU	4	0	0
100	5000	2010	0	I	--	--	0	0
100	57	2015	0	I	EN	3	0	0
100	207	2017	0	I	EN	3	0	0
98	50	2004	0	I	VU	4	0	0
98	10	2010	0	I	VU	4	0	0
	40	2018	0	I	VU	3	0	0
56	23	2004	0	I	--	--	0	0
100		2011	0	I	NT	4	0	0
90	46	2017	0	I	EN	2	0	I
98		2018	0	I	[DD]	--	0	0
100	39	2005	0	I	CR	2	0	0
	53	2018	0	I	LC	K	0	0
	32	2018	0	I	EN	2	0	0
	72	2017	0	0	LC	K	0	0
60	50	2001	0	I	VU	4	0	0
	400	2018	0	I	[DD]	--	I	I
	40	2016	I	I	EN	3	0	0
90	51	2017	0	I	NT	--	0	0
96	200	2016	0	I	LC	K	0	0
86	22	2018	0	I	NT	4	0	0
100	66	2016	0	I	VU	4	0	0
	44	2018	0	I	LC	K	0	0
	500	2016	0	I	EN	3	0	0
98	57	2016	0	I	VU	3	0	0
	71	2018	0	I	NT	3	I	I
98	56	2016	0	I	EN	I	I	I
92	125	2016	0	I	NT	3	I	I
96	I	2004	0	I	NT	--	0	0
	45	2017	0	I	NT	4	0	0
98	38	2016	0	I	LC	4	I	0
94	100	2004	0	I	EN	2	0	0
		2016	0	0	LC	K	0	0
94	90	2016	0	I	EN	3	0	0
96	15	2008	0	I	NT	--	0	0
74	30	2016	0	I	CR	2	0	0
100		2004	0	I	NT	--	0	0
96	200	2017	0	I	NT	4	0	0
100	43	2008	0	I	EN	3	0	0
20	126	2017	0	I	VU	3	0	0
100	39	2008	0	I	VU	4	0	0

Nom complet	Famille	Nombre de lots/taxon	Nombre de graines récoltées	Nombre moyen de graines/lot
<i>Campanula bononiensis</i> L.	Campanulaceae	1	93914	93914
<i>Campanula excisa</i> Murith	Campanulaceae	2	13860	6930
<i>Carex atrofusca</i> Schkuhr	Cyperaceae	1	1003	1003
<i>Carex bicolor</i> All.	Cyperaceae	2	3723	1862
<i>Carex juncella</i> (Fr.) Th. Fr.	Cyperaceae	1	25164	25164
<i>Carex liparocarpos</i> Gaudin	Cyperaceae	1	5358	5358
<i>Carex maritima</i> Gunnerus	Cyperaceae	2	11335	5668
<i>Carex pauciflora</i> Lightf.	Cyperaceae	1	3071	3071
<i>Carpesium cernuum</i> L.	Asteraceae	5	525036	105007
<i>Caucalis platycarpus</i> L.	Apiaceae	6	13076	2179
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Asteraceae	2	386	193
<i>Centaurea valesiaca</i> (DC.) Jord.	Asteraceae	1	12550	12550
<i>Centaureum pulchellum</i> (Sw.) Druce	Gentianaceae	1	50960	50960
<i>Chaerophyllum elegans</i> Gaudin	Apiaceae	4	37864	9466
<i>Chenopodium botrys</i> L.	Amaranthaceae	3	576127	192042
<i>Chenopodium strictum</i> Roth	Amaranthaceae	1	4093	4093
<i>Cicuta virosa</i> L.	Apiaceae	2	5521	2761
<i>Cirsium canum</i> (L.) All.	Asteraceae	11	35564	3233
<i>Cleistogenes serotina</i> (L.) Keng	Poaceae	1	1679	1679
<i>Clematis recta</i> L.	Ranunculaceae	2	7812	3906
<i>Clypeola jonthlaspi</i> L.	Brassicaceae	2	16716	8358
<i>Colchicum autumnale</i> L.	Colchicaceae	1	766	766
<i>Colutea arborescens</i> L.	Fabaceae	1	1641	1641
<i>Consolida regalis</i> Gray	Ranunculaceae	15	42123	2808
<i>Crepis tectorum</i> L.	Asteraceae	1	1015	1015
<i>Cruciata pedemontana</i> (Bellardi) Ehrend.	Rubiaceae	3	10461	3487
<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	Asteraceae	5	3651	730
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Poaceae	5	44765	8953
<i>Cyperus flavescens</i> L.	Cyperaceae	1	440567	440567
<i>Dracocephalum austriacum</i> L.	Lamiaceae	2	4138	2069
<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.	Lamiaceae	1	230	230
<i>Dryas octopetala</i> L.	Rosaceae	1	4155	4155
<i>Ephedra helvetica</i> C. A. Mey.	Ephedraceae	2	6602	3301
<i>Epilobium duriaei</i> Godr.	Onagraceae	1	10285	10285
<i>Eryngium alpinum</i> L.	Apiaceae	3	3296	1099
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	Euphorbiaceae	1	107	107
<i>Euphrasia christii</i> Gremli	Orobanchaceae	1	700	700
<i>Filago arvensis</i> L.	Asteraceae	4	82751	20688
<i>Filago minima</i> (Sm.) Pers.	Asteraceae	1	9759	9759
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	Rosaceae	2	10693	5347
<i>Galeopsis ladanum</i> L.	Lamiaceae	1	294	294
<i>Galium parisiense</i> L.	Rubiaceae	1	339324	339324
<i>Galium spurium</i> L.	Rubiaceae	3	4487	1496

Taux viabilité maximum	Nombre moyen de plantes - mère	Dernière année de récolte	Uniquement issu de culture	Stockage principal GE 0/1	LRCH	LPCH	(Sub)endémique de Suisse	Endémique des Alpes
		2008	0	I	VU	4	0	0
100	198	2017	0	I	LC	4	I	I
	24	2016	0	0	VU	3	0	0
100	74	2017	0	I	NT	4	0	0
10	36	2016	0	I	VU	3	0	0
		2008	0	I	LC	K	0	0
96	350	2017	0	I	VU	3	0	0
90	500	2017	0	I	NT	--	0	0
100		2016	0	I	EN	3	0	0
100	50	2015	0	I	VU	4	0	0
60	50	2002	0	I	NT	--	0	0
62		2016	0	I	NT	3	I	I
100	40	2004	0	I	VU	4	0	0
100	34	2018	0	I	VU	2	I	I
100	81	2016	0	I	VU	4	0	0
	30	2004	0	I	--	--	0	0
82	10	2009	0	I	EN	3	0	0
66	27	2007	0	I	CR	I	0	0
		2016	I	I	VU	4	0	0
	6	2005	0	I	NT	--	0	0
90	126	2017	0	I	VU	4	0	0
	48	2018	0	0	LC	K	0	0
96	2	2004	0	I	NT	--	0	0
100	62	2008	0	I	VU	4	0	0
		2008	0	I	VU	4	0	0
98	64	2017	0	I	VU	4	0	0
	170	2016	0	I	VU	3	0	0
100	78	2016	0	I	EN	3	0	0
		2009	I	I	VU	4	0	0
98	151	2016	0	I	VU	3	0	0
		2008	0	I	NT	4	0	0
	56	2018	0	I	LC	K	0	0
78		2016	0	I	VU	2	I	I
98	72	2017	0	I	VU	4	0	0
90	13	2011	0	I	VU	3	0	0
0	60	2003	0	I	--	--	0	0
	164	2017	0	I	NT	3	I	I
72	20	2011	0	I	VU	4	0	0
80	145	2017	0	I	EN	3	0	0
90	94	2017	0	I	VU	4	0	0
	30	2002	0	I	NT	--	0	0
96	40	2016	0	I	NT	--	0	0
94	23	2008	0	I	VU	4	0	0

Nom complet	Famille	Nombre de lots/taxon	Nombre de graines récoltées	Nombre moyen de graines/lot
<i>Gentiana alpina</i> Vill.	Gentianaceae	1	5984	5984
<i>Gentiana cruciata</i> L.	Gentianaceae	2	29154	14577
<i>Gentiana schleicheri</i> (Vacc.) Kunz	Gentianaceae	3	9799	3266
<i>Geranium bohemicum</i> L.	Geraniaceae	3	25490	8497
<i>Geranium divaricatum</i> Ehrh.	Geraniaceae	3	4234	1411
<i>Geranium palustre</i> L.	Geraniaceae	1	28	28
<i>Geranium rivulare</i> Vill.	Geraniaceae	1	647	647
<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L.	Asteraceae	2	51632	25816
<i>Helianthemum salicifolium</i> (L.) Mill.	Cistaceae	6	106529	17755
<i>Hieracium alpicola</i> Steud. & Hochst.	Asteraceae	1	6618	6618
<i>Hornungia petraea</i> (L.) Rchb.	Brassicaceae	2	25461	12731
<i>Hugueninia tanacetifolia</i> (L.) Rchb.	Brassicaceae	1	57310	57310
<i>Inula britannica</i> L.	Asteraceae	3	11762	3921
<i>Inula helvetica</i> Weber	Asteraceae	2	30658	15329
<i>Isatis tinctoria</i> L.	Brassicaceae	1	1250	1250
<i>Juncus arcticus</i> Willd.	Juncaceae	2	23216	11608
<i>Juncus capitatus</i> Weigel	Juncaceae	1	6720	6720
<i>Juncus sphaerocarpos</i> Nees	Juncaceae	5	1815058	363012
<i>Lappula squarrosa</i> (Retz.) Dumort.	Boraginaceae	2	20201	10101
<i>Lathyrus aphaca</i> L.	Fabaceae	1	49	49
<i>Lathyrus sphaericus</i> Retz.	Fabaceae	1	990	990
<i>Lathyrus tuberosus</i> L.	Fabaceae	2	548	274
<i>Lilium bulbiferum</i> subsp. <i>croceum</i> (Chaix) Baker	Liliaceae	1	1611	1611
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Lamiaceae	2	3887	1944
<i>Matthiola valesiaca</i> Boiss.	Brassicaceae	3	25748	8583
<i>Melampyrum arvense</i> L.	Orobanchaceae	9	7641	849
<i>Minuartia rubra</i> (Scop.) McNeill	Caryophyllaceae	3	28763	9588
<i>Minuartia viscosa</i> (Schreb.) Schinz & Thell.	Caryophyllaceae	1	2057	2057
<i>Murbeckiella pinnatifida</i> (Lam.) Rothm.	Brassicaceae	2	57252	28626
<i>Myricaria germanica</i> (L.) Desv.	Tamaricaceae	1	94833	94833
<i>Nepeta nuda</i> L.	Lamiaceae	3	109470	36490
<i>Nigella arvensis</i> L.	Ranunculaceae	8	36107	4513
<i>Nonea erecta</i> Bernh.	Boraginaceae	8	7225	903
<i>Odontites vernus</i> (Bellardi) Dumort.	Orobanchaceae	3	63261	21087
<i>Odontites viscosus</i> (L.) Clairv.	Orobanchaceae	2	16924	8462
<i>Ononis pusilla</i> L.	Fabaceae	1	2525	2525
<i>Onopordum acanthium</i> L.	Asteraceae	2	14845	7423
<i>Onosma helvetica</i> (A. DC.) Boiss.	Boraginaceae	1	4740	4740
<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	Apiaceae	1	1553	1553
<i>Oxytropis fetida</i> (Vill.) DC.	Fabaceae	1	1537	1537
<i>Papaver argemone</i> L.	Papaveraceae	10	370881	37088
<i>Papaver dubium</i> L.	Papaveraceae	2	26216	13108
<i>Peucedanum venetum</i> (Spreng.) W.D.J. Koch	Apiaceae	1	16211	16211

Taux viabilité maximum	Nombre moyen de plantes - mère	Dernière année de récolte	Uniquement issu de culture	Stockage principal GE 0/1	LRCH	LPCH	(Sub)endémique de Suisse	Endémique des Alpes
96	61	2017	0	I	NT	--	0	0
100		2016	0	I	VU	4	0	0
88	31	2017	0	I	NT	3	I	0
100	130	2011	I	I	CR	I	0	0
94	28	2004	0	I	EN	3	0	0
		2005	0	I	NT	--	0	0
	76	2018	0	I	NT	4	0	0
76	40	2016	0	I	VU	4	0	0
	208	2010	0	I	EN	3	0	0
	135	2018	0	I	NT	4	0	0
	75	2018	0	I	LC	K	0	0
	110	2018	0	I	VU	2	I	I
90	35	2017	0	I	EN	3	0	0
80	55	2004	0	I	VU	2	0	0
		2008	0	I	LC	K	0	0
100	123	2016	0	I	NT	4	0	0
	65	2017	0	I	CR	2	0	0
100	63	2011	0	I	CR	I	0	0
100	42	2016	0	I	NT	--	0	0
		2003	0	I	EN	3	0	0
	80	2005	0	I	VU	4	0	0
94	60	2004	0	I	VU	4	0	0
	14	2018	0	I	NT	4	0	0
16	10	2008	0	I	EN	3	0	0
86	30	2016	0	I	VU	2	I	0
96	51	2008	0	I	VU	4	0	0
90	38	2008	0	I	NT	--	0	0
84	330	2016	0	I	EN	I	0	0
72	140	2017	0	I	NT	--	0	0
	6	2008	0	I	VU	4	0	0
68	53	2006	0	I	VU	3	0	0
100	37	2011	0	I	CR	2	0	0
72	66	2010	0	I	--	--	0	0
98	60	2002	0	I	EN	3	0	0
92	142	2016	0	I	VU	3	0	0
88	35	2016	0	I	NT	--	0	0
94	6	2006	0	I	VU	4	0	0
100		2017	I	I	EN	I	I	I
100	100	2001	0	I	VU	4	0	0
	154	2018	0	I	VU	2	I	I
100	57	2016	0	I	VU	4	0	0
100	28	2003	0	I	LC	K	0	0
80	37	2016	0	I	VU	4	0	0

Nom complet	Famille	Nombre de lots/taxon	Nombre de graines récoltées	Nombre moyen de graines/lot
<i>Phleum paniculatum</i> Huds.	Poaceae	1	21921	21921
<i>Phyteuma humile</i> Gaudin	Campanulaceae	1	1633	1633
<i>Pisum sativum</i> subsp. <i>biflorum</i> (Raf.) Soldano	Fabaceae	1	363	363
<i>Poa glauca</i> Vahl	Poaceae	1	495	495
<i>Polycnemum arvense</i> L.	Amaranthaceae	2	3662	1831
<i>Polycnemum majus</i> A. Braun	Amaranthaceae	5	7829	1566
<i>Potentilla multifida</i> L.	Rosaceae	3	16430	5477
<i>Potentilla nivea</i> L.	Rosaceae	3	5284	1761
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.	Asteraceae	1	17550	17550
<i>Pulsatilla halleri</i> (All.) Willd.	Ranunculaceae	1	10991	10991
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	Ranunculaceae	8	8534	1067
<i>Ranunculus gramineus</i> L.	Ranunculaceae	8	30705	3838
<i>Ranunculus rionii</i> Lagget	Ranunculaceae	4	6674	1669
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	Ranunculaceae	1	8175	8175
<i>Reseda luteola</i> L.	Resedaceae	2	225932	112966
<i>Rhodiola rosea</i> L.	Crassulaceae	1	192932	192932
<i>Rorippa pyrenaica</i> (All.) Rchb.	Brassicaceae	1	17013	17013
<i>Rosa chavirii</i> Rapin	Rosaceae	3	8192	2731
<i>Rosa majalis</i> Herrm.	Rosaceae	1	2538	2538
<i>Rumex patientia</i> L.	Polygonaceae	1	20076	20076
<i>Saussurea alpina</i> subsp. <i>depressa</i> (Gren.) Nyman	Asteraceae	1	722	722
<i>Saxifraga bulbifera</i> L.	Saxifragaceae	2	72448	36224
<i>Saxifraga cernua</i> L.	Saxifragaceae	1	bulbilles	0
<i>Saxifraga diapensioides</i> Bellardi	Saxifragaceae	1	1698	1698
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Apiaceae	5	10797	2159
<i>Scleranthus annuus</i> L. subsp. <i>annuus</i>	Caryophyllaceae	3	5455	1818
<i>Scleranthus annuus</i> subsp. <i>polycarpus</i> (L.) Bonnier & Layens	Caryophyllaceae	3	33224	11075
<i>Scleranthus annuus</i> subsp. <i>verticillatus</i> (Tausch) Arcang.	Caryophyllaceae	1	1385	1385
<i>Scorzonera austriaca</i> Willd.	Asteraceae	1	555	555
<i>Scorzonera laciniata</i> L.	Asteraceae	1	1620	1620
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	Lamiaceae	2	8981	4491
<i>Sedum villosum</i> L.	Crassulaceae	1	1000	1000
<i>Sempervivum grandiflorum</i> Haw.	Crassulaceae	1	11900	11900
<i>Senecio halleri</i> Dandy	Asteraceae	2	7721	3861
<i>Silene flos-jovis</i> (L.) Clairv.	Caryophyllaceae	1	17874	17874
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>prostrata</i> (Gaudin) Schinz & Thell.	Caryophyllaceae	1	5163	5163
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.	Typhaceae	1	1470	1470
<i>Stachys annua</i> (L.) L.	Lamiaceae	1	514	514
<i>Telephium imperati</i> L.	Caryophyllaceae	4	247667	61917
<i>Thlaspi rotundifolium</i> subsp. <i>corymbosum</i> (J. Gay) Gremli	Brassicaceae	1	3850	3850
<i>Thlaspi sylvium</i> Gaudin	Brassicaceae	1	3110	3110
<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Coss. & Germ.	Thymelaeaceae	5	7739	1548
<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	Apiaceae	1	7623	7623

Taux viabilité maximum	Nombre moyen de plantes-mère	Dernière année de récolte	Uniquement issu de culture	Stockage principal GE 0/1	LRCH	LPCH	(Sub)endémique de Suisse	Endémique des Alpes
100	200	2013	0	I	EN	3	0	0
84	39	2017	0	I	VU	2	I	I
		2009	0	I	VU	4	0	0
96	39	2017	0	0	LC	4	0	0
94	70	2004	0	I	CR	2	0	0
98	55	2011	0	I	EN	3	0	0
94	34	2017	0	I	VU	2	0	0
100	41	2018	0	I	VU	2	0	0
	20	2004	0	I	NT	--	0	0
68	150	2017	0	I	VU	2	I	I
100	56	2008	0	I	VU	4	0	0
44	17	2009	0	I	CR	2	0	0
50	30	2015	0	I	CR	2	0	0
	5	2004	0	I	VU	4	0	0
		2005	0	I	VU	4	0	0
100	18	2000	0	I	LC	K	0	0
88	139	2016	0	I	VU	4	0	0
100	2	2016	0	I	VU	2	I	0
88	4	2016	0	I	VU	2	0	0
	10	2006	0	I	--	--	0	0
	83	2018	0	I	NT	3	I	I
90	76	2017	0	I	EN	I	0	0
100	28	2016	0	0	VU	2	0	0
90	21	2017	0	I	NT	3	I	I
100	51	2004	0	I	EN	3	0	0
94	42	2017	0	I	EN	3	0	0
92	190	2016	0	I	NT	--	0	0
64	30	2017	0	I	EN	3	0	0
	50	2010	0	I	NT	--	0	0
92		2000	I	I	LC	K	0	0
	40	2005	0	I	LC	K	0	0
98		2011	0	I	VU	4	0	0
80	27	2017	0	I	VU	2	I	I
100	140	2016	0	I	LC	4	I	I
	210	2017	0	I	NT	4	0	0
98	32	2017	0	I	DD	K	0	0
40	25	2017	0	I	NT	3	0	0
88		2011	0	I	VU	4	0	0
96	49	2016	0	I	NT	--	0	0
86	43	2017	0	I	NT	3	I	I
72	60	2017	0	I	VU	2	I	I
70	66	2004	0	I	CR	2	0	0
98		2012	0	I	NT	--	0	0

Nom complet	Famille	Nombre de lots/taxon	Nombre de graines récoltées	Nombre moyen de graines/lot
<i>Tragus racemosus</i> (L.) All.	Poaceae	1	19824	19824
<i>Trifolium alpinum</i> L.	Fabaceae	1	8628	8628
<i>Trifolium arvense</i> L.	Fabaceae	1	3468	3468
<i>Trifolium fragiferum</i> L.	Fabaceae	1	191	191
<i>Trifolium saxatile</i> All.	Fabaceae	2	8124	4062
<i>Trifolium striatum</i> L.	Fabaceae	2	11572	5786
<i>Trigonella monspeliaca</i> L.	Fabaceae	3	2549	850
<i>Trisetum cavanillesii</i> Trin.	Poaceae	1	2150	2150
<i>Trochiscanthes nodiflora</i> (All.) W.D.J. Koch	Apiaceae	7	7524	1075
<i>Typha minima</i> Hoppe	Typhaceae	2	160300	80150
<i>Valerianella dentata</i> (L.) Pollich	Caprifoliaceae	1	1511	1511
<i>Veronica anagalloides</i> Guss.	Plantaginaceae	1	9100	9100
<i>Veronica dillenii</i> Crantz	Plantaginaceae	1	8151	8151
<i>Veronica prostrata</i> L.	Plantaginaceae	1	13574	13574
<i>Vicia pannonica</i> subsp. <i>striata</i> (M. Bieb.) Nyman	Fabaceae	3	1432	477
<i>Vicia villosa</i> subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	Fabaceae	1	1650	1650
<i>Viola cenisia</i> L.	Violaceae	1	2271	2271
<i>Viola kitaibeliana</i> Schult.	Violaceae	1	10123	10123
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C. C. Gmel.	Poaceae	1	1000	1000
<i>Xeranthemum annuum</i> L.	Asteraceae	1	2387	2387
<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Mill.	Asteraceae	5	18074	3615

Taux viabilité maximum	Nombre moyen de plantes - mère	Dernière année de récolte	Uniquement issu de culture	Stockage principal GE 0/1	LRCH	LPCH	(Sub)endémique de Suisse	Endémique des Alpes
		2008	0	I	LC	K	0	0
	1220	2018	0	I	LC	K	0	0
		2008	0	I	LC	K	0	0
78		2011	0	I	NT	--	0	0
100	188	2017	0	I	VU	2	I	I
92	50	2016	0	I	VU	4	0	0
	57	2016	0	I	VU	4	0	0
	5000	2010	0	I	EN	I	0	0
	9	2018	0	I	VU	4	0	0
	50	2008	0	I	CR	2	0	0
86	45	2017	0	I	VU	4	0	0
60	40	2003	0	I	CR	2	0	0
92	250	2016	0	I	VU	4	0	0
	40	2018	0	I	EN	--	0	0
90	35	2012	0	I	--	--	0	0
90	50	2001	0	I	--	--	0	0
100	68	2016	0	I	LC	4	I	I
	220	2018	0	I	VU	4	0	0
	40	2017	0	0	LC	K	0	0
72	20	2003	0	I	--	--	0	0
100	59	2008	0	I	CR	I	0	0



RAPPORT D'ACTIVITÉ

— 2018 —



À la recherche de *Saussurea depressa* au Sanetsch le 15 août 2018 pour la banque de semences de Genève. Depuis les éboulis de l'Arpille, vue sur le Sublage, le Sérac et les Alpes pennines en arrière plan. Photo Jacqueline Détraz-Méroz

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2018 DE LA MURITHIENNE

À l'image des années précédentes, 2018 a été riche en activités. Conférences, excursions et activités des groupes se sont enchaînées. Mais l'année a surtout été consacrée à la commémoration de la débâcle du Giétro, notamment l'organisation du colloque les 14-15-16-17 juin, dont la journée du dimanche 17 juin organisée par La Murithienne (5 postes avec explications de spécialistes en plusieurs endroits de la vallée pour observer les phénomènes dans le terrain). Aucun changement au Comité qui est composé de Régine Bernard, Pierre Kunz, Jacqueline Détraz-Méroz, Sylvie Nicoud, Sarah Schneider-Lathion, Grégory Houillon, Yannick Chittaro et Emilie Dessimoz-Raythé. Chantal Rausis est fidèle à la tenue du secrétariat.

BULLETIN 135

Le Bulletin 135/2017 comporte un peu plus de 100 pages qui traitent de sujets botaniques (lande calcicole à *Juniperus sabina* en Valais central/Simplon, voie de transit pour les plantes et carrefour de la biodiversité/*Potentilla neglecta* une potentille négligée) et de l'environnement alpin face au changement climatique (glaciers, rivières et paysages, quels enjeux?). La partie administrative comporte le rapport d'activités, la liste des conférences, le résumé des camps jeunesse nature, les compte-rendus des excursions de La Murithienne et des différents groupes (botanique, entomologie et géologie), les changements au fichier et les comptes. Un article rend hommage à Pierrette Lega qui a créé la ligne graphique du Bulletin actuel; il dresse également la liste de ses travaux.

EXCURSIONS

- Dimanche 6 mai: balade sur le coteau d'Icogne pour visiter la distillerie d'huiles essentielles «L'Essencier». Plusieurs activités étaient proposées: présentation des cultures par Charly Rey, fonctionnement de la distillerie, produits fabriqués. Les participants ont pu faire quelques achats à la boutique. Merci à Sarah Schneider-Lathion pour l'organisation. Le groupe a rejoint la plaine en empruntant le sentier qui descend le long de la Lienne.

- Week-end du 7 et 8 juillet: excursion au Tessin avec la société tessinoise de sciences naturelles, le samedi aux Iles de Brissago, le dimanche pour découvrir le Parc national du Locarnese (refusé en votation en juin 2018...) avec un guide du patrimoine après une nuit à Loco dans la vallée d'Onsernone.
- Dimanche 30 septembre: immersion dans le paysage spectaculaire des Gorges du Dailley rendues accessibles par des escaliers pour relier Salvan au vallon de Van par ce passage particulier réalisés grâce à une association locale de passionnés.

GROUPE BOTANIQUE

Cinq activités/excursions étaient programmées: fin février atelier de détermination (b.a.b.a. de la botanique), fin avril sur les côtes de Salquenen (en commun avec le groupe entomo), mi-juin à la rencontre des graminées, début juillet week-end au Tessin (voir excursions de La Murithienne), fin juillet sortie au Lac Bleu dans le Val d'Arolla. Fin septembre, la réunion du groupe s'est tenue en parallèle de celle du groupe entomo, pour ensuite partager une brisolée. Un grand merci à Sylvine Eberlé qui a pris le relais en 2018 pour assurer les activités de ce groupe.

GROUPE ENTOMOLOGIE

Au programme figuraient quatre activités: fin avril un inventaire des insectes printaniers sur les coteaux de Salquenen (en commun avec le groupe botanique), fin mai une participation à la fête de la nature (tenue d'un stand entomologique à Finges), le week-end du 30 juin et 1^{er} juillet des recherches entomologiques sur le versant sud du Simplon (en commun avec la Société vaudoise d'entomologie), et fin septembre une soirée destinée à élaborer le programme de l'année suivante. Celle-ci s'est tenue en parallèle de celle du groupe botanique, pour ensuite partager une brisolée en commun. Un chaleureux merci à Yannick Chittaro, coordinateur du groupe et aux personnes qui participent à l'organisation de ces activités.

GROUPE GÉOLOGIE

Deux sorties ont été proposées: la première qui s'inscrivait dans le cadre des 200 ans de la débâcle du Giétro mi-juin (tenue de postes pour accueillir le public sur le terrain et leur donner des explications), la seconde tout début septembre dans le val d'Hérens pour découvrir la géologie de la région de Ferpècle et présenter au retour le projet de tunnel de contournement des pyramides d'Euseigne. Un merci tout particulier à Michel Delaloye, responsable du groupe géologie et à Julien Richon qui assure le secrétariat du groupe.

FÊTE DE LA NATURE

Toujours sous la houlette du Service des forêts, des cours d'eau et du paysage, La Murithienne avec d'autres partenaires, a participé à cette neuvième édition de la Fête de la Nature qui s'est tenue à Finges (à Tschüdangnä en rive droite du Rhône à Finges) le dimanche 27 mai. La commune était aussi partie prenante de cette organisation. La Murithienne tenait un poste permettant l'observation de la faune aquatique et des insectes.

SITE INTERNET

Chantal met régulièrement à jours toutes les informations sur le site: conférences, excursions, événements particuliers avec possibilité de s'inscrire en ligne. L'historiques de la Société, les

diverses publications, les photos prises lors des excursions, etc. sont également documentés. Nicole Erard (webmaster), Chantal Rausis et Grégory Houillon œuvrent à la maintenance et à l'actualisation du site.

DÉPLIANT COMMUN

Le dépliant 2018 «Découvrir la Nature en Valais» a à nouveau rassemblé le programme des différentes sociétés qui proposent des activités pour découvrir la nature et les sciences naturelles. Subventionné par le Service cantonal des forêts, des cours d'eau et du paysage et par l'Office fédéral de l'environnement, il permet d'accéder à toutes les propositions qui sont faites en Valais et dans le Chablais.

CONFÉRENCES

En 2018, cinq conférences ont abordé différents sujets (celle de janvier ayant été supprimé au profit d'une journée de plusieurs conférences): «*La banque de semences de Genève et ses implications dans la conservation*» par Catherine Lambelet et Jacqueline Détraz-Méroz, «*Des glaciers et des hommes: retrait glaciaire, cols alpins et vestiges archéologiques*» par Ralph Lugon et Philippe Curdy, «*Les groupements végétaux valaisans sous la loupe: de la petite à la grande échelle*» par Patrice Prunier, «*L'or bleu du Valais: une ressource stratégique à connaître et à protéger*» par Pierre Christe, «*Permaculture au Népal*» par Armand Dussex.

COLLOQUE

Une journée de conférences: «Val d'Arolla» s'est tenue à l'IUKB à Bramois, en collaboration avec l'UNIL (sous l'égide du Prof. Stuart Lane, organisée par Chrystelle Gabbud) à laquelle une centaine de personnes ont participé.

Quatre journées consacrées à la commémoration de la débâcle du Giétro les 14-15-16-17 juin, dont la journée du dimanche organisée par La Murithienne (postes avec explications de spécialistes en plusieurs endroits de la vallée pour observer les phénomènes dans le terrain). La Murithienne participait

au comité d'organisation des 2 journées du colloque «Giétro 1818 sous la loupe des sciences». Dans le prolongement de ce colloque, la journée du dimanche 17 juin se tenait sur le terrain. Cinq postes positionnés aux endroits stratégiques dans le Haut Val de Bagnes permettaient de découvrir et comprendre les phénomènes liés à la débâcle du Giétro et de transposer cette situation au contexte d'aujourd'hui. Les scientifiques présents sur chaque poste étaient à disposition pour fournir des explications, établir un lien entre les événements historiques et les connaissances actuelles, répondre aux questions du public. Des navettes gratuites mises à disposition par la Commune de Bagnes (via la société de développement) ont véhiculé le public qui composait librement son itinéraire. Temps magnifique et succès furent au rendez-vous, avec plus de 250 personnes transportées selon les estimations des chauffeurs. Cette formule a séduit tant les habitants de la vallée que les personnes de l'extérieur; le plus souvent membres de La Murithienne ou de la Société d'Histoire du Valais Romand.

CAMP JEUNESSE - NATURE (AVEC PRO NATURA)

Deux camps «Jeunes» d'une semaine se sont déroulés en 2018 à Sapinhaut, du 16 au 21 juillet pour les 8-11 ans et du 23 au 28 août pour les 11-14 ans, sous la responsabilité de Mirko D'Inverno, épaulé par Sofia Matos et une formidable équipe de monitrices et moniteurs. Durant les deux semaines, randonnées et jeux, axés sur la découverte de la forêt, ont permis aux enfants d'observer et de découvrir la nature. Un immense merci à celles et ceux qui s'investissent et font exister ces camps!

ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES (SC|NAT) ET ACADÉMIES SUISSES DES SCIENCES

La Murithienne, en tant que membre de la SCNAT, est rattachée à la plate-forme «Sciences naturelles et régions». Comme chaque année, en 2018, les président(e)s des

sociétés cantonales et régionales ont été réuni(e)s à Berne courant mai. La Présidente de La Murithienne s'est fait représenter par Ilsegrat Messerknecht que nous remercions chaleureusement pour sa disponibilité.

Le prix «Expo» récompense la meilleure exposition traitant des sciences naturelles. En 2018, il a été décerné à l'exposition «FRAGILE» au Naturama Aargau qui questionnait le thème des collections scientifiques de manière passionnante et mettait en exergue ces trésors qui n'ont souvent pas encore tout dit. Par ce choix judicieux, le Naturama offrait un riche élément de réflexion dans le cadre de l'année européenne du patrimoine culturel.

Après 20 ans d'existence, le Prix Média va connaître une nouvelle orientation à partir de 2019. Récompenser le journalisme scientifique de haute qualité et l'encouragement de la relève resteront au premier plan.

PROJET NATURE - CULTURE & TOURISME (NCT)

Quelques communes ont confié à NCT le soin d'évaluer de nouveaux sentiers pour qu'ils puissent figurer sur le site internet dédié à l'ensemble des sites et sentiers didactiques en Valais. www.sentiers-decouverte.ch.

DIVERS

La Murithienne et Pro Natura gèrent les Rigoles de Vionnaz. La Murithienne siège au sein de la commission de gestion du site de Montorge (représentant: Grégory Houillon). Jacqueline Détraz-Méroz participe au comité éditorial du magazine de vulgarisation botanique suisse Flora^{CH}.

Bramois, le 15 avril 2019

RÉGINE BERNARD,
Présidente

FONDATION DRIGNACE MARIÉTAN

En 2018, outre les subventions octroyées à La Murithienne et aux camps jeunes, le soutien de la Fondation s'est porté sur plusieurs projets, à savoir:

- Etude archéologique de la grotte du Poteu (menée par un groupe de travail dont Jean-Claude Praz faisait partie);
- Colloque pour l'anniversaire de la débâche du Giétro avec publication des actes en 2019 dans les Annales valaisannes;
- Pascal Egli, pour la compréhension de la structure du drainage sous-glaciaire du glacier d'Otemma (Haut Val de Bagnes);
- Nicole Reynaud Savioz, pour la découverte paléontologique exceptionnelle faite dans le vallon de Susanfe.

LE CHALET MARIÉTAN À ZINAL

PASSAGE DE TÉMOIN

La gestion du chalet Mariétan est désormais confiée au trio Marc Bernard, Gregory Houillon et Hervé Détraz, et ce, dès l'automne 2018.

En fait, peu de personne ont eu le privilège de s'occuper de ce mayen: Marcel Burri de 1991 à 1998 a refait la toiture en famille en 1994. Dès cette date, après que le Conseil de Fondation eût effectué les transformations pour une utilisation plus confortable (raccordements eaux et électricité, salle de bain, etc.), je me suis occupée de ce chalet. Il fut fréquenté par bien des amis de La Murithienne qui y sont toujours bienvenus. Le chalet a sûrement laissé de bons souvenirs à plus d'un.

Pendant ces années, le paysage à Défichia a beaucoup changé: les laves torrentielles ont plusieurs fois menacé la station de Zinal, entraînant de lourds travaux de protection. Les derniers, réalisés en 2017 et 2018, ont modifié «notre horizon forestier» le long du Torrent de Pétérey au sud, par la création d'un énorme bassin de retenue. Dans les années 2010, le bassin de retenue du torrent des Bondes au nord a été agrandi, coupant le chemin direct d'accès à Zinal.

Un peu de nostalgie m'étreint au moment de quitter cette fonction: j'ai aimé ce petit mayen, trop bas pour ne pas occasionnellement se cogner la tête en passant la porte de la «chambre»-les vieux auraient dit le «poêle»... et où tout parle d'un autre temps, sans béton, sans plastique, sans acier... Le verre même des petites fenêtres est artisanal, avec des bulles et des défauts, la «serrure» de la porte de la chambre est réalisée ingénieusement avec du bois, sur mesure, les pierres de construction sont prises sur place, le bois est travaillé à main d'homme; les meubles aussi ont de longues histoires à raconter, comme cette superbe table à pain toute marquée, ou les plateaux de table dont on devine

encore qu'ils furent d'abord des portes... tout est un peu de guingois, un peu inconfortable parfois, mais généreux.

Le chalet Mariétan est aussi un lieu grandiose et magique, face à ce fond de vallée aux glaciers sublimes, avec latéralement ce torrent grondant dévalant de Tracuit, ces mélèzes magnifiques, les Diablons sauvages vers le haut et le village tout près... et paisiblement, le bétail qui pâture alentour.

Bien sûr les tâches d'entretien furent parfois «besogneuses»... un robinet qui coule...l'amenée d'eau est-elle bien hors gel...reste-t-il du bois? Les mulots, fouines, loirs, insectes ont-ils envahi la place?L'accès hivernal dégagé...

Et bien d'autres moments si heureux...en juillet lorsqu'il faut «faire les foins»: quel privilège d'entretenir ces prairies toutes fleuries, devenues si rares aujourd'hui, en bonne harmonie avec des voisins amicaux... c'est pourtant un vrai souci: tant qu'il y a des vaches à Zinal et un paysan intéressé à faucher et prendre l'herbe – merci Walter – ... tout va bien et je souhaite que ça puisse se poursuivre. Il ya aussi à la fin de l'été, ces grandes journées amicales où, avec tout le comité de La Murithienne, a lieu la «corvée» annuelle: nettoyage, bois, aménagement, projets... Et aussi ces jours de travail dans la belle lumière de Zinal: réfection d'un escalier, d'un mur, d'un accès, avec Stefan, Vago et d'autres.

Je souhaite vivement que Marc, Gregory et Hervé qui prennent le relais éprouvent aussi ces plaisirs à être les «gardiens» de ce lieu privilégié, et, c'est sûr, nous les accompagnerons.

ANNE-LISE PRAZ,

6 février 2019



En hiver, détente au soleil!
Photo Anne-Lise Praz

CONFÉRENCES DE LA MURITHIENNE

VENDREDI 19 JANVIER 2018

Glaciers, rivières et paysages du Haut Val d'Hérens face aux changements climatiques: Quels enjeux pour la société?

Colloque sur le Val d'Arolla organisé par l'Université de Lausanne-IUKB-Bramois. Sous la direction du Prof. STUART LANE (UNIL, faculté des géosciences et de l'environnement, Institut des dynamiques de la surface terrestre)

Trois conférences ont été données respectivement par: Prof. STUART LANE, en ouverture, le Val d'Arolla pour aborder les thèmes du réchauffement climatique, le recul des glaciers et la dynamique sédimentaire

MAARTEN BAKKER, doctorant, qui a traité de la problématique des sédiments au travers des morphodynamiques de la Borgne d'Arolla depuis les années 1950

CHRISTELLE GABBUD, doctorante, dont l'exposé était orienté sur l'écologie d'une rivière, la Borgne d'Arolla, soumise au réchauffement climatique et à l'exploitation hydroélectrique.

Suite à ces trois interventions documentées par des PowerPoint, une table ronde a ouvert la discussion sur les sujets abordés. Les intervenants invités étaient Manuel Nitsche de l'Office Fédéral de l'Environnement, Marco Cortesi d'Alpiq et Daniel Devanthéry du le Service cantonal des forêts, des cours d'eau et du paysage.

Plus de cent participants ont eu le grand plaisir de suivre cette demi-journée. Riche en contenu et en échanges, ce colloque répond aux questionnements des scientifiques et de la société civile, préoccupés par l'impact des changements climatiques. La Murithienne est très heureuse d'avoir soutenu l'organisation de cette rencontre et modéré la demi-journée.

VENDREDI 23 FÉVRIER 2018

La banque de semences de Genève et ses implications dans la conservation

CATHERINE LAMBELET ET JACQUELINE DÉTRAZ-MÉROZ
Conservatoire et jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG)

Afin de conserver à long terme des semences viables, la banque de semences est une sorte de police d'assurance contre la destruction de populations, voire d'espèces. Les CJBG participent entre autres à la récolte de semences d'espèces rares et menacées dans les Alpes suisses au sein d'un projet international, sous la direction du Millennium Seed Bank (Royaume-Uni). Les critères de sélection des espèces, les préparatifs et résultats de cette récolte ont été présentés.

VENDREDI 23 MARS 2018

Des glaciers et des hommes: retrait glaciaire, cols alpins et vestiges archéologiques en Valais

PHILIPPE CURDY ET RALPH LUGON
Musée d'Histoire du Valais, HES - SO Valais - Wallis

La conférence présente l'état des questions sur l'évolution du retrait glaciaire dans les Alpes du Valais et les résultats d'un projet mené dans le cadre du Fonds national suisse de la recherche scientifique (2011 à 2014) qui avait pour but de définir les zones de passages potentielles par les cols de haute altitude en voie d'être libérés des glaces, puis de contrôler ces tracés par des recherches historiques et des prospections archéologiques. Actuellement, nous mettons sur pied un projet de sciences citoyennes où tous les participants pourront signaler les artefacts libérés par la fusion accélérée des glaces.

VENDREDI 12 OCTOBRE 2018

Les groupements végétaux valaisans sous la loupe: de la petite à la grande échelle

PATRICE PRUNIER

Professeur HES en écologie végétale – hepia Genève

Lors de cette intervention, le conférencier présentera les principaux apports du projet Phytosuisse à la connaissance des groupements végétaux valaisans. Il traitera de leur unité et de leur diversité, en s'inspirant d'exemples locaux relatifs aux pelouses, éboulis et saulaies d'altitudes.

VENDREDI 16 NOVEMBRE 2018

De l'or bleu au pays des cimes blanches: perspectives dans un monde en constant changement

PIERRE CHRISTE

Collaborateur scientifique, Service de l'environnement du canton du Valais.

L'eau est à l'échelle cosmique plus rare que l'or. Cette observation d'Hubert Reeves permet d'apprécier la situation privilégiée du Valais. Abondance et disponibilité de la ressource hydrique soutiennent la qualité de vie et l'activité socio-économique. Aujourd'hui, les effets du changement climatique questionnent l'évolution future des ressources en eau. Quelles conséquences sont à attendre pour notre approvisionnement en eau?

VENDREDI 14 DÉCEMBRE 2018

Permaculture au Népal

ARMAND DUSSEX

Chef de projet

Assurer l'autonomie alimentaire par la permaculture, tel est le projet d'Armand Dussex dans des villages de montagne du Népal. Après deux années et plusieurs séjours sur place en contact étroit avec la population, il nous fait découvrir la vie de tous les jours des habitants et l'espoir qu'ils mettent en ce projet.

EXCURSIONS 2018 DE LA MURITHIENNE

COTEAU D'ICOGNE - VISITE DE LA DISTILLERIE D'HUILES ESSENTIELLES ET BISSE DE CLAVAU LE DIMANCHE 6 MAI 2018



Charly Rey devant une culture de thym.
Photo Jacqueline Détraz-Méroz

En ce dimanche 6 mai 2018, septante-cinq «murithiens» sortent à l'arrêt de bus d'Icogne-Prasserin, accueillis par un soleil radieux. Le joyeux cortège descend ensuite à pied à Monteiller où la famille Mayor l'attend pour une visite guidée de la distillerie «L'Essencier».

Sur le domaine, certifié BIO Suisse, poussent de nombreuses plantes médicinales. Une partie de la récolte est vendue à la Coopérative Valplantes puis séchée à Sembrancher, alors qu'une autre est destinée à l'extraction des huiles essentielles et hydrolats sur place. Petit tour du propriétaire en quatre temps:

LES CHAMPS

Charly Rey nous accueille vers la platebande de thym où il nous explique le travail de sélection nécessaire à la production des plantes médicinales. Fécondation croisée et hybridation permettent non seulement d'en faciliter la culture (hauteur des tiges pour une coupe optimale par exemple) mais aussi d'en augmenter les propriétés (synchronisation de la floraison, concentration des essences à travers la pollinisation par les abeilles). Ce travail de sélection doit se faire pour chaque espèce, qu'il s'agisse de thym, de sauge, de mélisse ou encore d'hysope.

LA DISTILLERIE

L'extraction des huiles essentielles repose sur un processus d'évaporation-condensation. Fonctionnel depuis 2015, l'alambic de «L'Essencier» se compose d'une grande cuve en inox d'un volume de 1000 litres au centre de laquelle les plantes fraîches sont déposées (200 à 300 kg). Guillaume Mayor nous explique qu'à aucun moment celles-ci ne sont en contact avec l'eau d'ébullition, qui se trouve uniquement autour de la cuve (double-parois instaurant un système de bain-marie très doux et respectueux des principes actifs). Seule la vapeur d'eau traverse la masse végétale, extrayant et entraînant les principes actifs volatils. Cette vapeur est ensuite re-condensée dans le refroidisseur pour être enfin récupérée dans ce qu'on appelle l'essencier (de type «vase florentin») dans lequel la partie aqueuse (hydrolat) se sépare de l'huile essentielle qui, plus légère, remonte en surface. Ce circuit nécessite plusieurs heures ainsi qu'une surveillance soignée. Les résidus de distillation sont soit compostés et recyclés sur les cultures, soit ajoutés au combustible alimentant la chaudière.

Dans le laboratoire attenant, toutes les indications liées au processus d'extraction sont soigneusement notées (n°



Le passage en tunnel au départ du bisse de Clavau.
Photo Jacqueline Détraz-Méroz

du lot, météo lors de la récolte des plantes, pression et température dans l'alambic, etc.). Ceci garantit la qualité et la traçabilité du produit.

LES PRODUITS

Des fruits de la distillerie, le domaine propose trois types de produits. Les produits bruts (huiles essentielles et hydrolats), les produits dilués (spray d'ambiance, sels

de bain) et des cosmétiques (émulsions telles que laits, crèmes, baumes, etc.).

Chaque catégorie de produit est soumise à une réglementation spécifique. Tous les lots d'huile essentielle doivent, par exemple, être analysés afin de dresser leur chémotype, les composés majoritaires ainsi que l'identification et la quantification des allergènes. Les cosmétiques ne doivent quant à eux pas contenir plus

de 3% d'huiles essentielles et ils doivent mentionner sur leur étiquetage les allergènes présents naturellement dans l'huile essentielle. Tous les ingrédients entrant dans la composition d'un produit cosmétique doivent disposer d'une fiche de données de sécurité et d'un certificat d'analyse. Ceci est donc valable pour l'huile essentielle incorporée et génère passablement de coûts pour les artisans producteurs tel que «L'Essencier».

LA BOUTIQUE

Infusion, huiles essentielles, hydrolats, huiles végétales, macérats de plante et autres cosmétiques tels que sels de bain ou savons ont mis les sens des murithiens en éveil. Leur moisson parfumée aux multiples vertus curatives les enveloppera sans doute encore durant quelques temps ...

La visite terminée, tous se regroupent sur les abords ombragés d'un champ aromatique pour le pique-nique. À 13h15, selon le programme, place est donnée à l'assemblée générale.

La journée se termine par la descente en plaine en suivant le vallon de la Lienne. Le sentier à flanc de coteau offre de magnifiques vues sur les gorges et le lit qui coule au fond. Il emprunte un tunnel muni d'un éclairage qui permet de traverser en toute sécurité les zones abruptes en falaise. Plusieurs usines hydroélectriques exploitent l'énergie hydraulique. Les traces d'un ancien bâtiment se devinent, mais c'est à la prise d'eau puis à l'usine du Beulet que les aménagements sont bien visibles. Le groupe se disperse; certains rejoignent Sion à pied par le bisse de Lentine, d'autres préfèrent rentrer par le train depuis la gare de St-Léonard. En amont du village, des mesures de protection ont été prises sur la Lienne.

De l'eau et la fraîcheur de l'ombre: le paradis le long du bisse de Clavau. Photo Jacqueline Détraz-Méroz



ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

La présidente, Régine Bernard, résume les activités de 2017. Le bulletin a été conséquent avec près de 150 pages. La présidente fait également un appel aux membres intéressés à participer aux séances de la SCNAT. La lecture des comptes 2017 est réalisée par le trésorier, Pierre Kunz, suivi du rapport des vérificateurs des comptes, Mme Anne Marie Bruttin Décoppet et M. Gérard Luyet. Le résultat se solde par un déficit de CHF 1'586.25 (total des recettes de CHF 79'533.50/Total des dépenses de CHF 81'119.75). Approuvés à l'unanimité, les comptes sont acceptés et l'assemblée générale donne décharge aux organes responsables en les remerciant. Notre secrétaire, Chantal Chassot, est remerciée pour son travail efficace. Pierre Kunz présente le budget prévisionnel 2018 et les activités inhérentes à cette année. À noter que le nombre de membres est relativement stable avec une légère tendance à la hausse. S'en suit une discussion autour de l'augmentation de la cotisation de La Murithienne. La proposition soumise au vote de l'assemblée générale est d'augmenter la cotisation de 30.- à 50.- en abandonnant les cotisations de 5.- pour chaque groupe et de passer ainsi à une cotisation unique rassemblant tous les groupes (botanique, géologie et entomologie). Cette augmentation de la cotisation a été acceptée à la quasi-unanimité. Il y a eu quatre absents.

Nomination statutaires: tous les membres du comité renouvellent leur engagement (Régine Bernard en tant que Présidente, Pierre Kunz en tant que Vice-président et Trésorier, Jacqueline Détraz-Méroz en tant que Secrétaire, Sylvie Nicoud, Sarah Schneider, Grégory Houillon, Yannick Chittaro et Emilie Dessimoz-Rathey).

Quelques annonces sont faites dans les divers.

ELISABETH FIERZ-DAYER
& SARAH SCHNEIDER

COLLOQUE GIÉTRO COMPTE - RENDU DE LA JOURNÉE, LE DIMANCHE 17 JUIN 2018



Eric Bardou indiquant l'emplacement actuel du glacier du Giétro.
Photo Marc Bernard

Dans le cadre de l'anniversaire de la débâcle du Giétro, La Murithienne a organisé une journée «Découverte sur le terrain» rendue possible avec le soutien financier de la Commune de Bagnes, de la Société de développement et de la SCNAT. Ce prolongement du colloque Giétro 1818-2018 du 16 et 17 juin avait pour but d'observer le paysage et les marques encore visibles de la débâcle. Cinq postes positionnés dans le haut val de Bagnes permettaient de découvrir et comprendre les phénomènes liés à la débâcle du Giétro et de transposer cette situation au contexte d'aujourd'hui. Les scientifiques présents étaient à disposition pour fournir des explications, établir un lien entre les événements historiques et les connaissances actuelles, et répondre aux questions du public. De 9h à 17h, des navettes

gratuites ont acheminé le public, le choix de l'itinéraire étant libre. Certains postes pouvaient d'ailleurs être reliés à pied, offrant ainsi une possibilité de s'immerger pleinement dans le paysage et l'observer à son rythme. L'accueil et le départ des navettes s'organisaient depuis le Musée de Bagnes au Châble.

Temps magnifique et succès furent au rendez-vous, avec plus de 250 personnes transportées selon les estimations des chauffeurs. Cette formule a séduit tant les habitants de la vallée que les personnes de l'extérieur, le plus souvent membres de La Murithienne ou de la Société d'histoire du Valais romand. Les retours ont été unanimes: organisation parfaite, très bonne qualité des présentations et des échanges, rencontres de scientifiques qui savaient rendre le sujet accessible et intéressant, belles découvertes et ambiance très sympathique.

Le poste n°1 était situé le plus en amont de la vallée, sur le couronnement du barrage de Mauvoisin. Il correspond à l'emplacement du front de glace du Giétro. La vue sur le lac de barrage laisse imaginer celui formé derrière la langue glaciaire qui est à l'origine de la débâcle. Par contre, le glacier du Giétro est aujourd'hui à peine visible, perché tout au sommet derrière la crête du Mont Rouge de Giétro

Eric Bardou et François Joseph Baillifard expliquent la conjonction de conditions géologiques et climatologiques défavorables qui ont conduit à la débâcle. En effet, lors du Petit Âge glaciaire, le glacier du Giétro s'étendait jusqu'à

surplomber dangereusement la vallée. Ils ont présenté les travaux que Venetz a entrepris pour éviter la catastrophe. Comment gérer alerte et alarmes? En 1818, ces dernières ont montré leurs points faibles. Qu'en est-il aujourd'hui? À l'aide d'une carte géologique simplifiée, le public a pu mieux comprendre la géologie du secteur. Les explications données ont établi le lien avec le Jardin des Roches à Bonatchiesse.

Relié préférentiellement à pied, le poste 2 se trouvait à Madzeria à proximité du Pont de Venetz. D'ici, une vue plongeante dans la Dranse permet de voir la manière dont les eaux façonnent le paysage (ici elles creusent une gorge). Une tente a été montée pour permettre de visionner les films

Le pont de Mauvoisin construit selon les plans de Venetz.
Photo Marc Bernard



Le lac du barrage d'aujourd'hui illustre celui qui s'était formé derrière la langue du glacier du Giétro. Photo Marc Bernard

de crues ou de laves torrentielles commentés par Jérôme Dubois et François-Xavier Marquis. Peut-on comparer les débits de la débâcle à ceux de crues historiques? Suite à l'événement de 1818, comment a-t-on pris en compte la notion de danger lié aux eaux? Pour avoir travaillé dans le cadre de la carte des dangers de la Dranse, Jérôme Dubois et François-Xavier Marquis exposent l'historique et les calculs des crues qui ont été établis. Selon les reconstitutions de la débâcle de 1818, on considère que 18'000'000 à 20'000'000 m³ d'eau ont été libérés durant un laps de temps de l'ordre de 30 minutes (débit de pointe admis à environ 20'000 m³/s). À titre de comparaison, la crue centennale (crue qui se produit en moyenne tous les 100 ans) de la Dranse au droit du barrage du Mauvoisin est de quelques dizaines de m³/s et la crue centennale du Rhône à la Porte-du-Sex de l'ordre de 1'600 m³/s! On remarque donc que les débits issus d'une rupture brusque d'un barrage (naturel ou non) sont des phénomènes hors normes.

Pour les personnes qui choisissent le chemin pédestre, quelques informations sont données quant aux points particuliers à observer durant la descente jusqu'à Bonatchiesse.



Vue sur Bonatchiesse, en direction du barrage de Mauvoisin, avec au centre le Jardin des Roches entre la route et la rivière.
Photo Christophe Lambiel

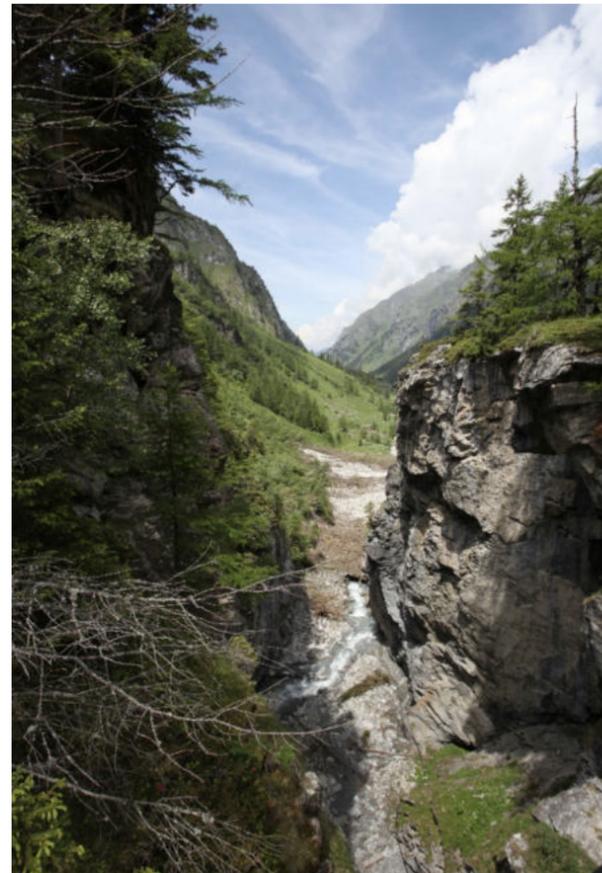
Le troisième poste tenu par Christophe Lambiel et Anna Marx était placé à Bonatchiesse, à la fin de la traversée du camping, où les traces de la débâcle sont les plus évidentes. Au débouché de la gorge du Tseppi, l'élargissement de la vallée a provoqué un ralentissement de la vague et par conséquent le dépôt de grosses quantités de sédiments. Un nombre très élevé de blocs jonchent ainsi les environs du camping. Entre Bonatchiesse et Le Brecholey, ce sont par contre les traces d'érosion qui dominent, avec des cicatrices très nettes de part et d'autre de la Dranse. On peut également observer ici les « empreintes » des fluctuations glaciaires, avec la présence d'un remarquable affleurement de roches moutonnées au bord de la route à la hauteur du camping.

La majorité des personnes arrivait à pied et continuait ensuite avec la navette pour se rendre au poste suivant. Pour les plus intéressés, une visite libre du Jardin des Roches complétait les explications.

Il était possible d'accéder au poste n°4, à l'aller ou au retour, en navette. Localisé à l'intérieur du Musée Perraudin, ce poste proposait une visite commentée de la nouvelle exposition par Mélanie Hugon-Duc, anthropologue.

Les origines de la science de la glaciologie sont historiquement rattachées à Lourtier à travers le rôle joué par Jean-Pierre Perraudin, natif de l'endroit en 1767. Ce charpentier, garde champêtre, conseiller communal est un excellent observateur. Il pose plusieurs hypothèses sur les glaciers du val de Bagnes. Le partage de ses observations avec des personnalités de l'époque de passage dans le val de Bagnes, notamment en relation à la débâcle du Giétro, ont été pérennisées par l'écrit et ont permis d'attester de

Vue depuis le pont sur la Dranse en aval.
Photo Marc Bernard



Anna Marx devant un cercle bien attentif. Photo Marc Bernard

l'apport primordial de Perraudin. Sensibilisé par ce contexte, la Commune de Bagnes décide en 1993, de transformer en musée sa maison familiale construite en 1826. À l'occasion de la commémoration du 200^e anniversaire de la débâcle du Giétro, scénographie et contenu du musée sont revus.

Le premier espace de la Maison des glaciers s'ouvre sur la cuisine: des objets quotidiens ayant appartenus aux habitants successifs de la maison sont mis en scène. Dans le deuxième espace, une installation illustre à la fois le mouvement des glaciers et l'aspect culturel de toute catastrophe naturelle. Autour de l'installation, des textes explicitent le lien entre Perraudin et la débâcle du Giétro. Aux murs de la salle sont présentés différents documents répartis selon les trois temps de la débâcle: pendant, avant et après.



Maison des glaciers, 2018, Lourtier (scénographie Claire Pattaroni). Photo Marc Bernard

Le deuxième étage est dévolu à l'observation du territoire alpin en écho à la compétence de Perraudin dans ce domaine. Le premier espace, l'ancienne cuisine de la maison, est pratiquement vide: trois panneaux, présentent quelques ouvertures, des images à observer comme des indices, encouragé par une citation rapportée par Marguerite Perraudin: « Comme disait ma maman, avec les yeux et les oreilles on peut tout voler ».

La salle attenante explique les indices situés dans les images. Présenté sur des panneaux lumineux sont documentés la gestion des risques dans les zones alpines, l'histoire de Lourtier, un village peu épargné par les accidents naturels et enfin les traces laissées par la débâcle du Giétro.

Dans ce musée dédié à Jean-Pierre Perraudin et en prenant son parcours en exemple, Jean-Claude Praz explique au public comment mieux comprendre l'origine et l'évolution des théories scientifiques basées sur les observations de terrain.

La théorie scientifique de l'expansion et du recul des glaciers permet de comprendre nos paysages et d'y lire leur histoire. Qu'elle soit apparue simultanément à la débâcle du Giétro est peut-être fortuite mais elle intervient à un moment où le climat particulièrement froid



Jean-Claude Praz se base sur l'exemple de Jean-Pierre Perraudin pour expliquer comment les observations de terrain aboutissent aux théories scientifiques. Photo de Marc Bernard

préoccupe la société. La toute nouvelle Académie suisse des sciences naturelles avait ainsi décidé en 1817 d'instaurer un concours dont la question traduisait bien cette préoccupation: «Est-il vrai que les Hautes Alpes suisses sont devenues depuis quelques années plus rudes et plus froides?». Des habitants de la montagne avaient observés que certains paysages, même à basse altitude, présentaient les mêmes caractéristiques que les zones périglaciaires. Ils avaient soupçonné que les glaciers occupaient autrefois le bas des vallées. Perraudin, par ses observations pertinentes qu'il a su communiquer, est l'un des pionniers à l'origine de la théorie des glaciations. Il eût l'occasion d'en faire part à Jean de Charpentier en 1815, lorsqu'il l'invita à loger chez lui à Lourtier. Celui-ci «trouva néanmoins son hypothèse si extraordinaire, si extravagante même, qu'il ne jugea pas qu'elle valût la peine d'être méditée et prise en considération» (de Charpentier, 1841: 241). Il transmit même à Ignaz Venetz des indications reçues de son père sur la situation du glacier de Corbassière en 1720.

En 1818, la famille Perraudin subit des dégâts matériels très importants au moment de la débâcle. Perraudin participa à l'organisation et à la surveillance de travaux en automne 1818. Le 9 juillet 1819, il accompagna le Doyen Bridel devant le glacier de Giétro.

Ignaz Venetz était, lui aussi un observateur attentif des phénomènes naturels en haute montagne. Son travail «Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes suisses», rédigé pour le concours de l'ASSN, se vit attribué le premier prix en 1822. Il avait compris que dans le passé, le climat avait connu des périodes plus chaudes et d'autres plus froides. Parmi les arguments indicateurs des périodes plus froides, il citait les observations de Perraudin. Le monde scientifique n'était pas prêt à se rallier à cette hypothèse. Au printemps 1829, avant la présentation de son mémoire à la séance de l'Académie tenue au Grand-St-Bernard, Venetz vint dire à son ami de Charpentier «que ses observations le portaient à croire que, non seulement la vallée d'Entremont, mais que tout le Valais avait été jadis occupé par un glacier, qui s'était étendu jusque au Jura et qui avait été la cause du transport des débris erratiques». De Charpentier trouva «réellement folle et extravagante l'idée d'un glacier de plus de 60 lieues de longueur, occupant non seulement le Valais, mais recouvrant même tout l'espace entre les Alpes et le Jura, et entre Genève et Soleure». Pour convaincre son ami de l'erreur dans laquelle il semblait être tombé, il s'appliqua à étudier d'une manière spéciale le terrain erratique et toutes les circonstances qui l'accompagnent. Cette étude le conduisit à un résultat tout opposé. Loin de fournir des arguments contre l'hypothèse des glaciers, elle expliquait de la manière la plus satisfaisante le terrain erratique jusque dans ses moindres détails, et tous les phénomènes qui s'y rattachent. De Charpentier rédigea ensuite un mémoire dont il fit la lecture à la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Lucerne en juillet 1834, qui attira l'attention des géologues sur ce phénomène remarquable et engagea Louis Agassiz à étudier les glaciers et le terrain erratique.

Les blocs erratiques, magnifiquement illustrés dans le livre de Charpentier, sont devenus des monuments naturels, repères de cette extension des glaciers et hommages



Dans la Maison des glaciers, la maquette réalisée par le bureau de design Projet Hidalgo illustre le mouvement des glaciers. Photo Marc Bernard

aux scientifiques. La Pierre des Marmettes à Monthey est encore aujourd'hui la propriété de l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT), la Pierre à Venetz à Valère celle de la section Monte Rosa du Club alpin suisse.

Au poste n°4 (Musée Perraudin), intervient également Amédée Zryd. Dès les débuts de la glaciologie, la recherche s'est orientée dans deux directions: la première, plus physique, visait à comprendre (et plus tard modéliser mathématiquement) les mécanismes qui régissent l'évolution des glaciers par rapport aux contraintes extérieures; la seconde, dans une approche plus géomorphologiste, tentait de mettre en évidence et de reconstituer les états antérieurs des glaciers, pour expliquer les observations sur le terrain (relief, traces d'érosion), puis, plus tard, pour éclaircir les mécanismes climatiques. Ces recherches ont débouché sur l'exploit technique des forages de profondeur, qui permettent de reconstituer le climat des 800'000 dernières années.

Dans le dernier quart du 20^e siècle, ces deux approches commencent à converger. L'amélioration des modèles physiques et l'accroissement des puissances de calcul permettent une prédiction de plus en plus précise de la réaction de glaciers soumis à des variations climatiques.

Les modèles peuvent être évalués par rapport aux états antérieurs. Aujourd'hui, si l'on est capable de bien prévoir les évolutions des glaciers alpins, subsistent encore des inconnues au niveau des calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique. Les évolutions à court terme du climat terrestre et l'élévation du niveau des mers dépendent fortement de la dynamique de ces immenses masses de glace (près de 98% de la glace sur terre et 86% de nos réserves en eau douce) et de la vitesse de leur évolution.

Ce dernier poste n°5, tenu par Christine Payot et Arnaud Meillard, le plus en aval dans la vallée, se localisait à Champsec, avec pour thème les recherches historiques. Des fiches plastifiées mises à disposition du public permettaient de bien illustrer le propos: gravures d'époque montrant le lac glaciaire, liste des victimes, nombre des sinistrés, portraits des principaux acteurs du drame, schéma de la galerie dans la barrière de glace, graphiques, etc. L'objectif était de montrer qu'au-delà de la catastrophe naturelle s'était déroulé un drame humain. Les historiens ont ainsi pu parler de leurs récentes découvertes publiées dans l'ouvrage *Giétro 1818, la véritable histoire*, notamment du rôle des autorités communales et cantonales qui ont géré les travaux de prévention, de la mise en place des secours et de la délicate distribution des dons. Ils ont également évoqué le souvenir des victimes, qui furent au nombre de 36 (34 le jour même et 2 autres les jours suivants). Les nombreuses questions qui ont suivi les présentations prouvent que l'histoire de cette débâcle passionne. Le public a ainsi pu prendre connaissance d'une foule d'informations inédites qui renouvellent les connaissances de l'événement.

EXCURSION AU TESSIN À LA DÉCOUVERTE DE LA RÉGION DU LOCARNESE SAMEDI 7 ET DIMANCHE 8 JUILLET 2018

Cette sortie de deux jours a été organisée en collaboration avec la Société des sciences naturelles du Tessin et le comité du Projet de Parc national du Locarnese. Après le refus des tessinois de créer le parc (en votation le 10 juin), l'humeur des défenseurs du Parc était maussade. Heureusement, ces deux journées furent magnifiques tant du côté des personnes rencontrées que des paysages et lieux visités sous le soleil du versant sud des Alpes.

Une grande partie des Murithiens emprunte le train via le Centovalli pour arriver à Locarno à midi. Nous apprécions d'autant plus ce voyage spectaculaire que la ligne a été réouverte quelques jours auparavant après un éboulement. Francesca Palli, notre «marraine tessinoise» en tant qu'ancienne membre du comité de la société des sciences naturelles du Tessin, nous attend sur le quai et nous filons directement à l'embarcadère à quelques minutes à pied, rejoints dans la foulée par les autres Murithiens arrivés en voiture. Le bateau pour les Iles Brissago, dont l'une abrite le jardin botanique cantonal, arrive et la trentaine de Murithiens embarque sans tarder, prenant place aux tables réservées pour un repas typiquement tessinois. Nous atteignons l'île du jardin botanique un peu trop tôt... qu'à cela ne tienne, nous faisons un tour de bateau en plus pour finir le dessert!

Sur l'île, nous rencontrons Luca Bacciarini, président de la commission scientifique du Parc botanique. Puis, en deux groupes, nous allons écouter alternativement les explications sur la géographie, géologie, climat et autres spécificités naturelles du Tessin par Francesca, ensuite découvrir le jardin



Stefan Früh et son ami accordéoniste au Grotto Maggini d'Intragna. Photo Jacqueline Détraz-Méroz

proprement dit avec les différents secteurs et problématiques de l'île avec Luca (le secteur australien par exemple). Le temps passe trop vite et nous courrons au bateau pour le retour à Locarno. Il manque juste une famille à l'appel! Occupés sur la plage ils n'ont pas entendu notre signal de départ. Finalement, ils prendront le bateau suivant, et étant venus en voiture, ils nous rejoindront directement à Loco. De notre côté, nous avons le temps de flâner et manger une glace sur une terrasse de Locarno avant de monter dans le car postal pour Loco, petit village de la vallée d'Onsernone.



Nous logeons à la Casa Schira, une vieille bâtisse transformée en logement de groupes, dont le directeur nous réunit pour les recommandations d'usage pour bien vivre en communauté et au sein d'un village à la tranquillité jalouée. Le succulent repas du soir est servi par Thomas Lucas, le traiteur-cuisinier d'origine belge-on cause français-. La soirée se prolonge sur la terrasse du café du village qui a installé un grand écran de l'autre côté de la route pour suivre le Mondial de foot!

Le lendemain, notre guide du patrimoine Stefan Früh nous guidera jusqu'à Intragna en faisant plusieurs haltes sur cette Via delle Vose pour nous raconter l'histoire des lieux et de leurs habitants. Le sentier plonge d'abord au fond de la vallée, traverse la rivière Isorno sous la Niva, puis, en rive droite, le chemin empierré historique remonte à flanc de coteau à travers une forêt, desservant quelques maisons. La chaleur nous accable un peu avant d'allonger le pas en une petite

Intragna et son haut clocher devant les Terre di Pedemonte et le lac Majeur au loin. Photo Jacqueline Détraz-Méroz

descente jusqu'à Intragna où nous avons rendez-vous pour le repas de midi au Grotto Maggini. Une fête pour nous! Magnifique ambiance sous les tonnelles, avec les ritournelles italo-tessinoises de notre guide au violon et à la mandoline accompagné d'un ami accordéoniste! Nous serions bien restés là tout l'après-midi mais le tour de ville nous attend. Stefan Früh nous guide encore parmi les dédales de cette bourgade et nous entraîne dans le campanile. Fini en 1775, c'est le plus haut du canton (65 m de haut). Certains tentent les 165 marches en granit suivis par les yeux levés au ciel des timorés restés en bas. Finalement, un tour au musée puis à l'épicerie pour acheter de la farina buona et c'est l'heure du train qui nous ramène sans histoire sur Domodossola, puis en Valais.

JACQUELINE DÉTRAZ-MÉROZ

EXCURSION DANS LES GORGES DU DAILLEY, DIMANCHE 30 SEPTEMBRE 2018

Nous nous retrouvons à 9h00 à la gare de Salvan (altitude 935 m) d'où, après les explications données par Sylvie Nicoud, nous partons par un chemin menant aux Granges-sur-Salvan (altitude 1'050 m). Arrivés une demie heure après, nous admirons la magnifique vue sur la plaine.

Pierre Kunz, géologue, nous rejoint et nous empruntons alors le chemin menant au secteur entièrement aménagé par l'Association des Amis des Granges et du Biolley (AAGB) dans la gorge de la Salanfè (gorges du Dailley).

À la cabane à l'entrée des gorges, présentation de l'AAGB, par son Président Jérôme Python. L'association compte environ 100 membres cotisants. Ses bénévoles effectuent chaque année un grand travail afin d'offrir des conditions magnifiques pour la découverte des gorges du Dailley.

À la fin du 19^e siècle, Salvan comptait 15 hôtels et était le «Zermatt» de l'époque. En 1895, inauguration des premières gorges où le passage coûtait Fr. 1.-. En 1944, les passerelles ont été détruites.

En 1991, à la suite d'un pari de bistrot, une association a été créée et après 320 jours de travail, 3 ans plus tard, la partie haute des gorges est réouverte. En 1998, après 4'000 heures de travail, il y a la réunification du haut et du bas des gorges.

P. Kunz nous donne quelques explications intéressantes sur la géologie locale, notamment sur la morphologie hardie et dure des roches granitiques bordant les gorges du Dailley.



Gorges du Dailley. Photo Marc Bernard

Nous nous trouvons ici à l'extrémité nord-orientale du massif des Aiguilles Rouges de Chamonix (à ne pas confondre avec celles d'Arolla). Les granites datent de la fin de l'ère primaire et ne sont pas homogènes, ils sont recoupés par des roches à l'origine sédimentaire du Permo-Carbonifère (conglomérats). Celles-ci composent le synclinal de Dorénaz, qui a donné lieu à une certaine époque à des exploitations de charbon.



Pour pouvoir dater un massif cristallin sans fossiles, il faut trouver des minéraux spécifiques qui n'ont pas été transformés depuis leur formation (on parle de système fermé, par exemple le zircon): chose pas facile, puis il est alors possible de procéder à une datation. Les roches présentes ici sont vieilles d'environ 300 millions d'années (Carbonifère), c'était l'époque des reptiles et des petits dinosaures. Il y a aussi dans la région des roches granitiques encore plus anciennes datant de l'époque ordovicienne (plus de 400 millions d'années).

Ensuite, une amusante explication comparée au monstre du Lochness, permet de suivre à travers les Alpes les massifs cristallins du socle continental européen. Les crêtes cristallines affleurent à la surface en faisant «le gros dos», avec du nord au sud:

- Massifs de l'Aar et du Gothard (Suisse)
- Massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles Rouges (Chamonix)
- Massifs du Pelvoux-Belledonne (Grenoble)

Gorges du Dailley. Photo Marc Bernard

- Massifs de l'Argentera-Mercantour (Alpes du Sud)
- Massifs des Maures et de l'Estérel (Côte d'Azur)
- Massifs de Corse et de Sardaigne

En fin de matinée, nous empruntons les magnifiques escaliers et passerelles par la gorge, spectacle fascinant et arrivons à Van-d'En-Bas où nous avons un délicieux apéritif avant de prendre chacun son pique-nique.

L'après-midi, le retour se fait par le versant boisé en montant par le col de la Matze à 1370 m et redescende sur Salvan où nous voyons de loin la carrière de conglomérats (des blocs taillés sont visibles à Salvan sous forme de fontaines) toujours en exploitation.

Très belle et très intéressante journée!

CHRISTINE BERTIN

CAMPS JEUNESSE - NATURE 2018 LA MURITHIENNE - PRO NATURA

du 16 au 21 juillet 2018 et du 23 au 28 juillet 2018 à Sapinhaut

UNE SEMAINE DANS LA FORÊT

Pour leur 29^e année, les camps de La Murithienne se sont déroulés à Sapinhaut. Si vous ne dormez pas encore en lisant ce premier paragraphe, vous avez certainement remarqué une concordance avec « L'année de la forêt », un joli hasard pourtant !

Le premier jour, un mélange d'appréhension et d'excitation flotte au-dessus du parking du Casino à Saxon. Voici réunis 27 enfants âgés de 7 à 11 ans et 10 moniteurs pour la première semaine, puis 19 jeunes de 11 à 15 ans et 6 moniteurs pour la deuxième semaine. La caravane se met timidement en route et serpente à flanc de coteau, quittant la ville de Saxon pour ses abricotiers avant de chercher la fraîcheur dans une pinède. Après avoir longé une falaise majestueuse, elle pénètre dans une forêt claire qui sent bon la montagne. Bienvenue à Sapinhaut. Hourra ! Le chalet est grand et agréable, avec beaucoup d'espace pour les jeux et les balades. Un tel endroit se prête aussi à merveille pour aborder la forêt sous tous ses aspects...

Cette année sert de crash test pour une nouveauté matinale : une initiation au bain de forêt. C'est une pratique inspirée du Shinrin Yoku japonais, traduit en français par sylvothérapie. Plus concrètement, il s'agit de s'immerger dans les bois avec tous ses sens en éveil. Ainsi, juste avant le petit-déjeuner, des petits groupes de jeunes sont conduits



Qui se cache derrière cet arbre ?
25 juillet 2018. Photo Elodie Rapillard

chacun par un moniteur dans le bosquet jouxtant le chalet pour 10 à 20 minutes d'immersion. Selon l'alchimie du groupe, certains écoutent attentivement les sons de la forêt ou dégustent des framboises et des amélanches en pleine conscience, d'autres hument les terpènes des conifères narines grandes ouvertes avant de faire des câlins aux arbres, les plus inspirés philosophent... ou font des batailles de pommes de pin. Les enfants ont raison de nous rappeler que le rire est aussi une thérapie. Aux premiers gargouillis de ventre, on file vers la salle à manger où un petit-déjeuner tout préparé nous attend.

Aborder la nature par le jeu est un excellent moyen de se mettre en lien avec elle. C'est même l'un des piliers de la méthode pédagogique développée par le naturaliste Joseph Cornell. La semaine s'ouvre alors avec un rallye afin d'enthousiasmer le groupe. Plus tard, c'est le jeu des écureuils qui les motive, durant lequel une équipe d'écureuils roux tente de faire transiter des noisettes par une frontière d'écureuils gris, en cachant son butin astucieusement dans ses habits. Les participants sont aussi invités à une chasse au trésor sur le thème du mimétisme. Il s'agit de retrouver des peluches peinturlurées et bien camouflées dans la végétation.

Le lien si important qui unit les champignons aux arbres est transposé en jeu grandeur nature. Vous savez, ce troc qui se fait entre les racines et le mycélium des champignons par lequel les premiers échangent du sucre aux seconds contre de l'eau et des minéraux. Par des tests de devinette et d'agilité, les paires champignon-arbre s'aident mutuellement à grandir. Enfin, un jeu de rôle les sensibilise à la problématique du loup, dans un Canton qui ne l'accueille pas encore à bras ouverts...

Dans une lignée plus naturaliste, un moniteur ornithologue nous traduit les conversations entre oiseaux : les cris de contact de type salut entre mésanges à longue queue,



Merveilleux moment entouré de papillons de nuit,
26 juillet 2018. Photo Sofia Matos

le cri d'alarme planquez-vous du geai, le solo de la fauvette pour signifier c'est chez moi... La deuxième semaine, c'est un aide-moniteur féru d'entomologie qui passionne le groupe avec ses connaissances sur les papillons, surtout lors de la soirée d'observation de papillons nocturnes à la lampe.

Hélas, en pleine journée à 30 personnes, il est difficile de voir des animaux en forêt. Qu'à cela ne tienne, les jeunes deviennent des détectives le temps d'une demi-journée pour déceler les crottes, terriers, pommes de pins rongées et autres indices laissés par les mammifères et les oiseaux. Mais n'oublions pas que les plantes, elles, ne sont pas très difficiles à observer ! Chacun est invité à choisir un arbre et le décrire avec ses mots. Conclusion ? Les arbres ont chacun leur caractère mais surtout Sapinhaut porte assez mal son nom : « Pin-haut » ou « Mélèze-haut » aurait été plus correct, vu la rareté des sapins blancs ou rouges.



Rajoutons aussi l'approche sportive avec la grande marche qui nous fait grimper sec le mercredi jusqu'à un pâturage d'altitude. Les marcheurs feignent de tomber dans les pommes durant l'effort, mais n'hésitent pas à se poursuivre joyeusement une fois arrivés.

De ces jeux, sports, dessins, observations... que retiendra-t-on? Que la forêt est vivante et merveilleuse. Mais aussi que ce sont les enfants qui donnent toute sa saveur au camp, par leurs rires, leur curiosité, leurs

On retiendra que la forêt est vivante et merveilleuse.
Photo Elodie Rapillard

réflexions, ou parfois aussi leurs pleurs (surtout le dernier jour)... Le plus important n'est pas de vivre une expérience dans la nature. C'est de vivre une expérience ensemble dans la nature.

SOFIA MATOS

EXCURSIONS 2018 GROUPE BOTANIQUE

À LOÈCHE LE SAMEDI 28 AVRIL 2018 SOUS LA CONDUITE DE RALPH IMSTEPF

En compagnie du Groupe entomo, nous avons traversé le Rhône peu après Gampinen pour observer le secteur situé entre le ruisseau Feschilju et la station ARA en empruntant le chemin (618'000/125'500-619'000/128'800) le long des cultures (Radet). Très rapidement, nous avons pu voir que la vitesse d'exploration d'un entomo et celle d'un botaniste n'est pas la même. Eux, ils volent et sautent sur tout ce qui bouge, et nous, nous nous accroupissons ou errons le nez en l'air!

Nous nous trouvons à l'étage collinéen, sur un sol calcaire (alluvions et éboulis), offrant peu d'humus, composé de buissons épineux, de zones séchardes, d'une zone de culture (Radet) et d'une petite zone humide.

Sur et autour de la prairie (617'950/128'400), nous sommes dans un milieu proche du *Berberidion* bien représenté dans cette région et riche en buissons xérophiles; nous relevons *Crataegus monogyna*, très présent, *Prunus mahaleb*, *Chenopodium album* et *hybridum*, *Erodium cicutarium*, *Taraxacum laevigatum* et *officinale*, *Hernaria glabra*, *Carex halleriana*, *Erucastrum nasturcifolium*, *Ligustrum vulgare*; puis en quittant la prairie sur l'est, *Polygonum multiflorum* et *odoratum*, *Scorzonera austriacum*, *Artemisia campestris*, *Festuca vallesiaca*, *Euphrasia segetiana*, *Allysum allisoides*, *Berberis vulgaris*; en hauteur sur les éboulis, *Stipa pennata*.

Cheminant le long du champ, on peut observer *Asparagus officinalis*, *Descurainia sophia*, *Pastinaca sativa*, *Phleum pratense*, *Tragopogon pratense*, *Artemisia absinthium*, *Capsella bursa-pastoris*, *Fraxinus excelsior* et *Salix caprea*.



Pique-nique ou l'on retrouve pour un moment les entomo qui ont pu observer, entre autres, le morio (*Nymphalis antiopa*) et la méliée du plantain (*Melitea cinxia*) avant d'arpenter du côté ouest, les talus séchards – parcelles d'anciens vignobles en versannes – où l'on retrouve *Juniperus communis* et *J. sabina*, *Hippophaë rhamnoides*, *Dianthus carthusianorum*, *Potentilla verna*, *Veronica chamaedrys*, *Poa perconcinna*, *Globularia bisnagarica*, *Teucrium chamaedrys*, *Orobancha alba* (sur *Thymus*) et *Koeleria vallesiana*.

Merci à Ralph Imstepf qui a aimablement botanisé avec nous tout en chassant hyménoptères, lépidoptères et autres orthoptères de ces lieux secs.

SYLVINE ÉBERLÉ

À CHAMPEX D'ALESSÉ LE DIMANCHE 10 JUIN 2018 SOUS LA CONDUITE DE CATHERINE POLLI ET PATRICK CHARLIER



Après la théorie, la pratique: Patrick Charlier, dans son rôle de professeur dans lequel il excelle. Photo Jacqueline Détraz - Méroz

Une première partie théorique préparée avec maestria par nos deux guides du jour nous a rassemblés dans le laboratoire de biologie du collège de St-Maurice aimablement mis à notre disposition pour l'occasion.

Accueillis par Jérôme Fournier, puis rapidement pris en main par Catherine et Patrick, nous nous penchons sur les organes invisibles d'un épillet: glumes, glumelles, fleur, poils, pistil, style, étamines.

Un grand nombre d'échantillons pour un exercice presque grandeur nature nous permettent d'exercer notre œil avant de partir conquérir la première prairie au sommet de la télécabine de Champex d'Alesse.

Première rencontre avec la plus grande espèce d'une prairie diversifiée (570,690/110,820), *Arrhenatherum eliatum* (arête genouillée, épillets panachés argentés/violacés) indicatrice de conditions mésophiles, suivi de *Trisetum flavescens* (effet jaunâtre).

Helictotrichon pratense (gainés glabres - proche d'*Arrhenatherum*) et *pubescens* (gainés pubescentes) argenté et violacé.

Chemin faisant, sur une prairie grasse, en bas d'une pente, plus azotée, on trouve *Alopecurus pratense*, alors que *Cynosurus cristatus* indique une prairie pâturée. À proximité, on détermine *Agrostis stolonifera* (stolons épigés) et *gigantea* (stolons hypogés) aux feuilles larges de 11 mm. Présence d'*Anthoxanthum odoratum* jeune, mûr et passé.

Holcus lanatus demande, quant à lui, un sol régulièrement humide, sur un socle acide et couvert de schistes. Sa glume bidentée permet de reconnaître *Phleum hirsutum*. Sur la descente avant de retrouver la route, détermination de *Lolium pratense*, *Festuca arundinacea* (oreillettes ciliées et décalées) et *laevigata* qui accompagnent *Koeleria pyramidata* (poilue sous l'inflorescence) et *Avenella flexuosa* dans cette zone steppique.

Sur le chemin forestier, (droite de la station intermédiaire – 570,250/110,900) on reconnaît *Poa nemoralis*.

SYLVINE EBERLÉ

*Participant - e - s: Bernard Balmer, Patrice Chabbey, Eglantine Chappuis, Renée Currit, Jacqueline Détraz - Méroz, Jean-Pierre Dulex, Marie-Thérèse Dumont, Sylvine et Sandrine Eberlé, Brigitte Lods, Elisabeth Marty-Tschumi, Camille Pitteloud, Elodie Rey et Pierre-Daniel Roh.

AU LAC BLEU DANS LE VAL D'AROLLA LE DIMANCHE 29 JUILLET 2018

Etage montagnard à subalpin où la seule activité humaine ce dimanche-là consiste à atteindre le lac pour s'y rafraîchir et se sustenter.

De notre côté, abandonnés par notre guide pour raisons familiales, nous entamons, à quatre, la montée depuis La Gouille (604,000/100,300) entre prés secs, mégaphorbiaies, pelouse, bord de ruisseau et forêts sur éboulis rocheux (descente sur Satarma – entre 603,000/99,500 et 603,800/99,500, le long de la Borgne d'Arolla).

Relevés effectués: *Acinos alpinus*, *Adenostyles alliariae*, *Centaurea nervosa*, *Pimpinellum saxifraga*, *Prunella grandiflora*, *Vicia cracca*, *Cuscuta epithimum*, *Lonicera caerulea*, *Plantago atrata*, *Galeopsis tetrahit*, *Phleum hirsutum*, *Linum catharticum*, *Parnassia palustris*, *Antennaria dioica*, *Astragalus penduliflorus*, *Valeriana tripteris*, *Dryopteris filix-mas*, *Polystichum lonchitis*, *Listera ovata*, *Arnica montana*, *Lathyrus occidentalis*, *Veronica officinalis*, *Coeloglossum viride* dans un milieu inhabituel, *Platanthera* sp., *Botrychium lunaria* mais pas de *Silene sudetica*.

SYLVINE EBERLÉ

*Participant - e - s: Renée Burri, Marie-Christine Cuche, Sylvine Eberlé et Pierre-Daniel Roh.

EXCURSIONS 2018 GROUPE ENTOMOLOGIE

ACTIVITÉS 2018



Pyrgus onopordi observé le 28 avril. Photo Yannick Chittaro

Pour le Groupe Entomologie, un des maîtres mots de l'année 2018 fut «collaboration». La totalité des activités de l'année a en effet été organisée conjointement avec des groupes externes, qu'il s'agisse du groupe botanique, de la société entomologique vaudoise ou de divers partenaires au cours de la Fête de la nature. Ces collaborations se sont révélées très positives, tant du point de vue scientifique (ouverture à des sujets d'études peu familiers) que du point de vue social (occasion d'échanger avec des collègues naturalistes que l'on rencontre rarement).

La première activité de l'année s'est déroulée le 28 avril, avec le groupe botanique. Une quinzaine de personnes sont venues inventorier la faune et la flore printanière des coteaux séchards de la région de Gampel. Parmi les

papillons diurnes qui volaient déjà, le rare *Pyrgus onopordi* a pu être photographié. L'espèce, menacée d'extinction en Suisse, n'existe plus que sur quelques kilomètres carrés dans la région prospectée. En battant des branches de pins en fleur, un individu du rare *Ernobius mulsanti* (Coleoptera, Ptinidae) a aussi pu être collecté. La dissection du spécimen a permis d'assurer l'identification de cette espèce d'un genre réputé difficile.

Lors de la Fête de la nature le 23 mai, Andreas Sanchez et Régine Bernard ont tenu un stand d'entomologie dans le Parc naturel Pfyng-Finges. De nombreux curieux ont pu bénéficier des explications des deux spécialistes dans ce cadre magnifique, particulièrement riche en insecte. Les intéressés ont ainsi pu découvrir les insectes aquatiques (libellules, éphémères,...) et terrestre (papillons, coléoptères,...) de ce site remarquable.

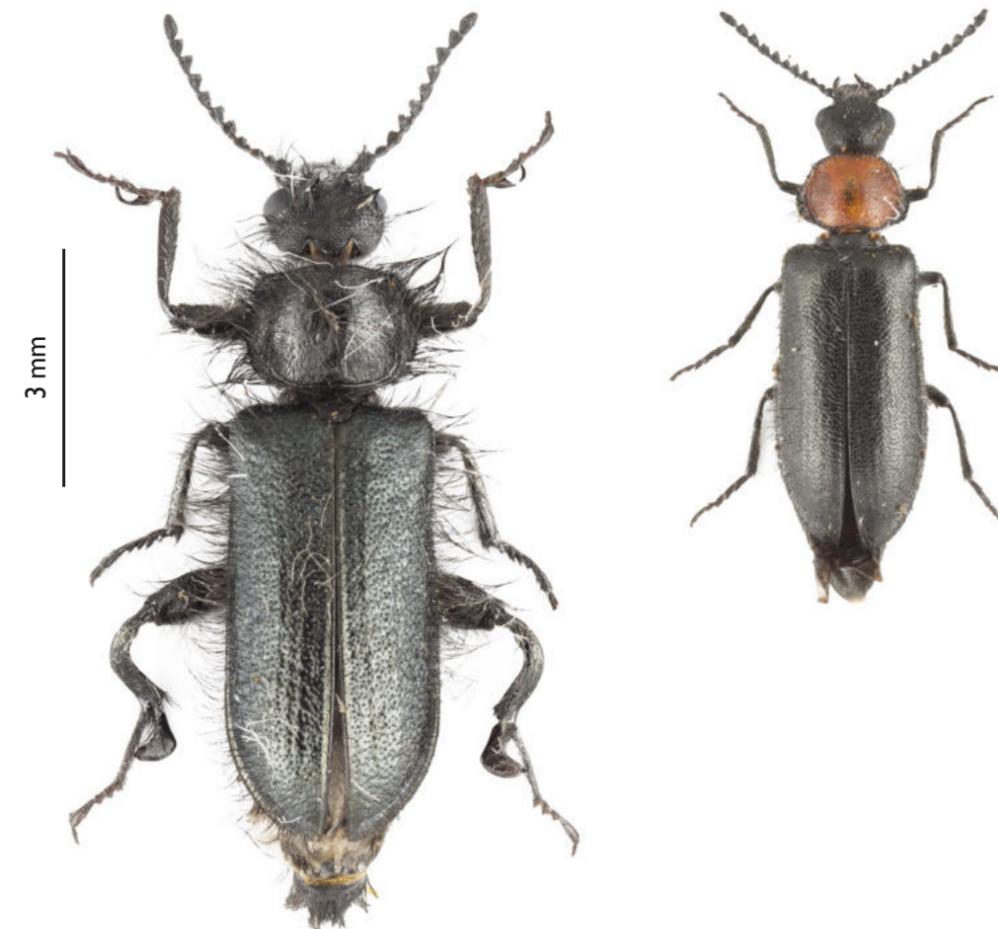
L'excursion suivante, organisée avec la société vaudoise d'entomologie, s'est tenue le week-end du 30 juin - 1 juillet. Le samedi après-midi, la quinzaine de participants ont d'abord prospecté le coteau ensoleillé et rocaillieux situé en face du village de Simplon-Dorf. La meilleure donnée récoltée lors de cette journée radieuse est sans conteste la confirmation pour la Suisse d'*Enicopus pilosus* (Coleoptera, Dasytidae). Ce Coléoptère très velu n'était connu en effet que d'un unique spécimen valide, capturé en 1948 à Gabi (à quelques kilomètres de distance). S'agissant d'une femelle, l'identification spécifique demeurait néanmoins incertaine. En 2018, plusieurs dizaines d'individus ont

pu être observés perchés le long de tiges de graminées. Les spécimens mâles capturés permettent d'assurer l'identification et de confirmer l'existence d'une population sur territoire helvétique. Le soir, après un repas copieux bien mérité, un piège lumineux a été installé à proximité du site de prospection de la journée. Il a permis l'attraction de nombreux papillons de nuit, et notamment de trois sphinx (*Sphinx pinastri*, *Hyles euphorbiae* et *Deilephila porcellus*) bien qu'aucune espèce ne soit particulièrement à signaler. Le lendemain, nous avons prospecté le Zwischbergental. La recherche du moiré du Simplon *Erebia christi* s'est avérée vaine, un Coléoptère très intéressant y a néanmoins été découvert, à nouveau dans la famille des Dasytidae: *Dasytes thoracicus*, dont les femelles ont le thorax rouge. En Suisse,

cette espèce relique à distribution discontinue n'était connue que de trois spécimens capturés dans le nord ouest du Tessin et sur le versant sud du Simplon. En 2018, un grand nombre d'individus se trouvaient dans un mélèzin clair, à 1350 m d'altitude.

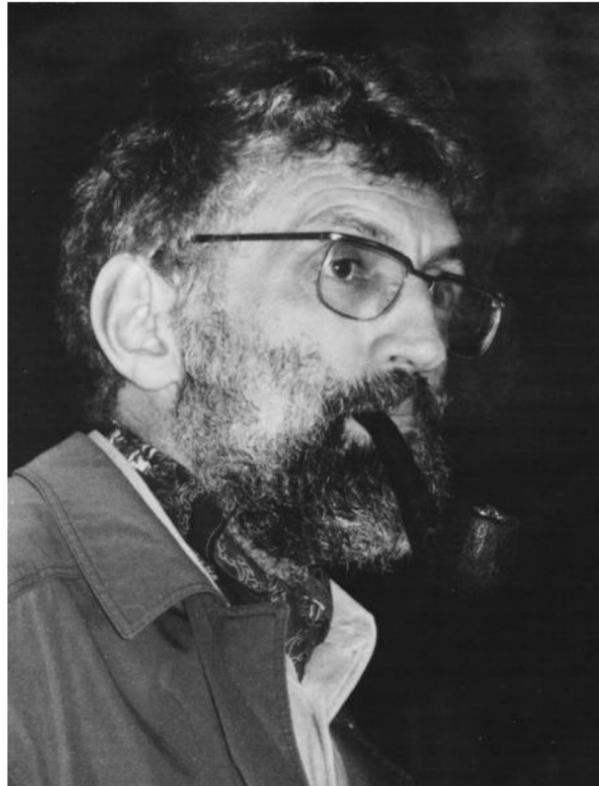
Enfin, la traditionnelle réunion de fin d'année s'est tenue le 28 septembre. Après la discussion du programme de l'année 2019, les membres présents se sont réunis autour d'une toujours très conviviale brisolée en compagnie des membres du groupe botanique.

Enicopus pilosus et *Dasytes thoracicus*, deux Coléoptères très rares trouvés au Simplon. Photos Andreas Sanchez



HOMMAGES

HOMMAGES À MARCEL BURRI (1929 - 2018), GÉOLOGUE



Marcel Burri en 1975

Le résumé ci-dessous donne surtout un aperçu des activités de Marcel Burri en tant que géologue de terrain et d'enseignant. Il ne présente pas ses nombreux autres engagements pour des causes sociales ou écologiques.

LA FORMATION UNIVERSITAIRE

À partir de 1949, Marcel Burri effectue des études de géologie à l'Université de Lausanne et obtient son

diplôme de géologue en 1953. C'était une période privilégiée pour les étudiants car ils n'étaient que cinq dans cette volée avec un même nombre d'enseignants. Déjà en ce temps-là Marcel sortait du lot, il était très intéressé et montrait une intelligence plus vive que les autres étudiants.

En plus de ses qualités intellectuelles, il était déjà imposant avec une abondante chevelure et une barbe de prophète qu'il avait l'habitude de se gratter en réfléchissant à un problème. Cette habitude lui est restée jusqu'à la fin de sa vie, et je suis sûr que tous ses anciens élèves s'en souviennent.

Après son diplôme de géologue, Marcel poursuit des études de doctorat en tant qu'assistant du professeur Héli Badoux et obtient le grade de docteur ès Sciences en 1955.

L'ENSEIGNEMENT

En 1958, Marcel Burri est nommé chef de travaux à l'Institut de géologie de l'Université de Lausanne où il assiste, et par moments remplace le professeur Héli Badoux. Il s'occupe surtout de l'enseignement pratique sur le terrain, ce qui lui permet de visiter de nombreux endroits de la chaîne alpine et d'expliquer aux étudiants les complexités géologiques de nos Alpes. En même temps, il leur communique souvent avec succès son amour pour la géologie de terrain.



Marcel Burri et Héli Badoux, au sommet de l'Ardèche en 1960.

Après sa nomination de professeur extraordinaire en 1967, il prend la responsabilité du cours de base de géologie générale à l'intention des futurs géologues, biologistes, géographes et ingénieurs. Ses talents pédagogiques et son enthousiasme lui permettent d'expliquer avec compétence les fondements essentiels des Sciences de la Terre. C'est sans doute un des enseignants dont les anciens étudiants se rappellent avec le plus de plaisir.

Simultanément, Marcel Burri prépare, avec l'aide d'autres spécialistes, un livre intitulé *Géologie Générale*, à l'intention des instituts romands des Sciences de la Terre (Genève, Neuchâtel et Vaud).

Ce travail monumental explique tous les sujets concernant la géologie, de la naissance de l'univers et de notre planète aux glissements de terrain en passant par la géophysique, la minéralogie, l'océanographie, l'origine des glaciers etc. C'est un ouvrage qui a été utilisé par une multitude de géologues et d'autres scientifiques. Il sert encore à retrouver les explications de base que l'on a oublié. Des années plus tard, les géologues de France se sont largement inspirés de ce traité de *Géologie Générale* de Marcel Burri pour publier leur propre version.



Marcel Burri et Héli Badoux, dirigeant une excursion dans la région de Chamoson en 1960.

En 1978 Marcel Burri est nommé professeur ordinaire. Il continue de donner le « grand cours » de géologie générale ainsi qu'un cours de paléontologie. En plus, il dirige de nombreux travaux de diplôme et de thèse de doctorat, la plupart de ceux-ci concernant des régions alpines.

L'enseignement de la cartographie géologique sur le terrain reste un point fort de l'Institut de Géologie de l'Université de Lausanne. C'est dans ce cadre que Marcel Burri, souvent en collaboration avec le professeur Héli Badoux, a dirigé de nombreuses excursions géologiques dans les Alpes.

LES ALPES SUISSES ET LE VALAIS

Marcel Burri s'intéressait à tous les aspects de la géologie, de la formation et de l'évolution des glaciers et des cours d'eau et leurs dépôts sédimentaires, des roches intrusives et métamorphiques. Ainsi, pendant ses études, il cartographie en détail le glacier de la Plaine Morte au-dessus de Crans-Montana. À l'aide d'anciennes photographies de la région, il observe déjà une diminution du volume et de la surface de la glace en fonction du temps. Ce phénomène est actuellement fortement amplifié par le réchauffement atmosphérique.

Les années 1950 à 1960 sont caractérisées géologiquement par la confirmation de l'existence de nombreuses nappes et chevauchements dans les Alpes suisses. De plus, de nouvelles unités tectoniques sont mises en évidence. Cependant, il n'y a pas encore de théorie qui explique l'origine de ces mouvements. Ce n'est que plus tard, dans les années 1960, que la tectonique des plaques est identifiée et prouvée par la géophysique marine des fonds océaniques.

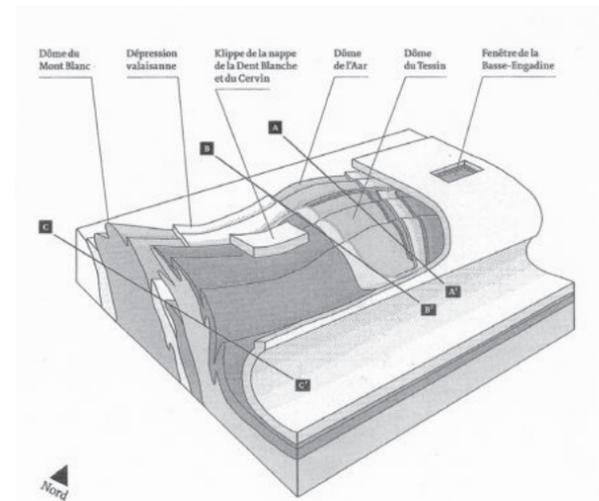
Les premiers travaux de Marcel Burri concernant les anciens sédiments de la vallée du Rhône entre Sion et Courmayeur sont d'abord purement descriptifs: il distingue plusieurs unités de flysch et de brèches, sédiments qui ont dû se déposer lors de mouvements tectoniques. Ce n'est que plus tard, en 1967, 1979, 1989 et 1991, que Burri, en collaboration avec d'autres spécialistes, donne une explication moderne de ces formations: ce sont les restes d'un prisme d'accrétion formé lors de la subduction de la zone valaisanne sous un micro-continent Briançonnais qui forme une partie des roches du versant Sud de la vallée du Rhône. Ces travaux de Marcel Burri ont ainsi fortement contribué à la compréhension de la formation de la chaîne alpine.

Ayant passé une grande partie de sa jeunesse à Sierre en Valais, Burri est toujours resté sentimentalement attaché à ce canton. Ainsi c'est surtout la géologie des montagnes valaisannes qui l'intéresse. Il y passera de nombreux jours à déchiffrer la géologie, seul ou avec les étudiants qu'il accompagne et aide sur leurs terrains de diplôme ou de thèse de doctorat. Marcel Burri produit de nombreuses publications scientifiques concernant la géologie valaisanne.

Bloc-diagramme montrant la relation entre les principales unités géologiques alpines. (Burri M. 1987. *Les Roches*, «Connaitre la nature en Valais». Ed. Pillet.)

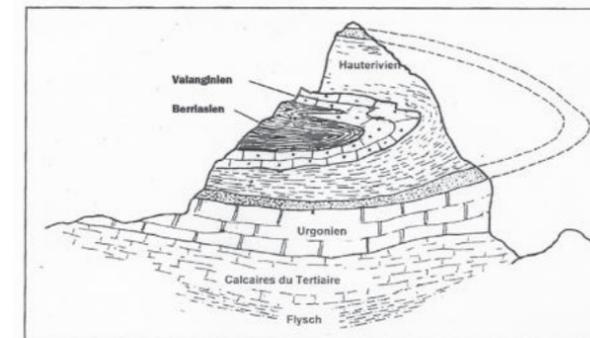
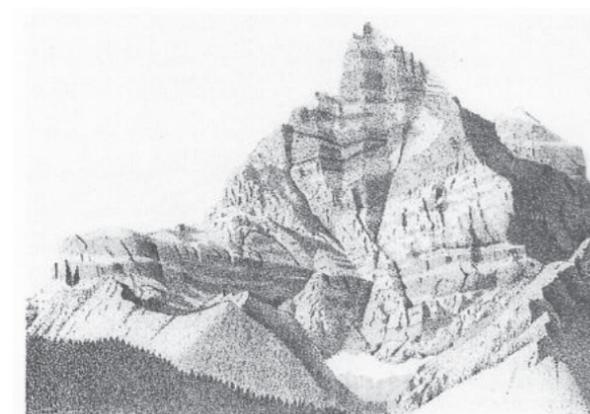
Ainsi, en 1983, il publie une carte tectonique très détaillée qui montre les relations entre les nombreuses unités géologiques existant entre le val d'Hérens et le val d'Aoste. Ce travail fondamental est plus tard (1997) complété et corrigé en collaboration avec Yves Gouffon. L'ensemble de ces travaux forme une importante contribution à la connaissance de la géologie des vallées de Bagnes, d'Entremont et d'Aoste. Ils montrent les relations entre les différentes unités tectoniques qui forment la région. Cette contribution permet de faire le lien entre la géologie des Alpes suisses et italiennes.

À côté de nombreux travaux de détail, Marcel Burri publie en 1987, en collaboration avec La Murithienne, un livre intitulé *Les Roches*, dans la collection La Nature en Valais. C'est un excellent ouvrage de vulgarisation scientifique qui permet aux nombreux promeneurs ou grimpeurs qui parcourent les montagnes valaisannes d'avoir une idée de l'incroyable histoire des roches sur lesquelles ils mettent leurs pieds. C'est dans ce livre que Marcel Burri propose une reconstruction des Alpes en trois dimensions, du Mt. Blanc à la Basse-Engadine. Cette image du bâti structural alpin montre bien les relations entre les différentes unités géologiques. C'est un schéma qui, avec de modifications mineures, est encore utilisé actuellement.



Parallèlement à ses charges d'enseignement, Marcel Burri collabore activement à la cartographie géologique de la Suisse pour l'Office fédéral de la topographie. Ainsi, il passe de nombreuses journées sur le terrain pour déchiffrer la géologie très complexe des régions de Sion-Sierre, des Diablerets, des Dents de Morcles, de Sembrancher, et surtout de la région de Chanrion-Mt Vélan, comprenant le Grand Combin. En faisant ce travail minutieux, il a aidé de façon significative à mieux comprendre les mécanismes complexes de la formation des Alpes. Il est le co-auteur de plusieurs feuilles à l'échelle 1:25 000e de l'atlas géologique de la Suisse.

À la retraite, Marcel Burri continue ses activités en Valais. En 2011, il publie un guide pour des non-spécialistes, expliquant la géologie de la région entre St-Maurice et Martigny. Ce livret-guide décrit l'histoire géologique, à partir de la formation de la nappe de Morcles jusqu'aux



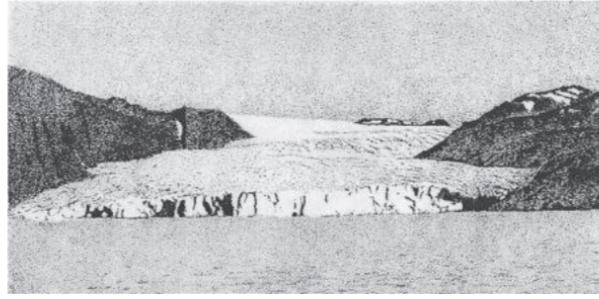
phénomènes d'érosion quaternaire. De nombreux dessins et schémas permettent de comprendre comment la topographie actuelle a été façonnée par les événements géologiques successifs: d'abord par le soulèvement lors de la superposition des nappes alpines, dont la nappe de Morcles, et ensuite par l'érosion de l'ensemble. L'effet érosif des anciens glaciers, remplacés par la suite par les torrents et les rivières est bien démontré, ainsi que l'emplacement logique des villes et villages actuels.

LE GROENLAND

Déjà pendant ses études universitaires, Marcel Burri rêvait de travailler dans le Grand Nord. Ainsi, après avoir obtenu son doctorat, il part en 1956 pour l'Institut d'Océanographie de Göteborg en Suède. Ensuite, il est engagé par le Service géologique du Groenland à Copenhague. Dans ce cadre, il participe à plusieurs expéditions de levé géologique dans la partie SW du Groenland. Il y découvre les extraordinaires paysages avec une topographie alpine entrecoupée par des fjords reliés à l'océan Atlantique Nord. C'est la période initiale des activités de ce service géologique, et les danois sont heureux de pouvoir bénéficier de l'aide de géologues alpins. Ainsi, Marcel Burri a eu le grand mérite d'ouvrir la voie pour de nombreux géologues suisses qui feront leur travail de thèse de doctorat sur des problèmes de roches du Groenland.

Plus tard, en 1964, le même service géologique invite Marcel Burri à participer à l'exploration de la région de la Baie de Disko, au centre W du Groenland. Pendant quatre mois d'été, il parcourt en bateau et à pied cette région dominée par le glacier de Jakobshavn, un des principaux exutoires pour les glaces de l'inlandsis. L'attrait du Groenland pour les géologues est certainement la

Cime de l'Est (Dents du Midi) et son interprétation géologique. (Burri, M. 2011. *De St-Maurice à Martigny*, Petit guide géologique).



Glacier d'Arsuk, Côte SW du Groenland.
Dessin de Marcel Burri

qualité exceptionnelle des affleurements car les roches sont nettoyées par le passage de la glace et superbement exposées après son retrait. On peut donc observer très en détail toutes les structures géologiques.

À côté de la cartographie des gneiss et des granites précambriens, Marcel Burri s'intéresse aux problèmes du Quaternaire: l'érosion et les dépôts par les glaciers. Il campe à proximité du glacier de Jakobshavn et mesure la vitesse d'écoulement de la glace qui présente des valeurs comprises entre 10 et 12 mètres par jour. Actuellement, cette vitesse varie entre 40 et 46 mètres par jour; une augmentation quatre fois supérieure aux valeurs mesurées par Burri en 1964.



Affleurement de gneiss dans la Baie de Disko.
Dessin de Marcel Burri

Après sa retraite, à côté de ses activités politiques, Burri met en figures et textes la partie de ses mémoires dont il a le meilleur souvenir. Ce sont ses expériences en tant que géologue explorateur au Groenland qui lui ont laissé la plus grande impression. À partir des photographies qu'il avait prises, il réalise de nombreux dessins en noir et blanc avec une technique particulière de pointillés. Le résultat est excellent. Les dessins sont beaucoup plus parlants et intéressants que les photos, ils montrent bien l'atmosphère particulière des paysages du Grand Nord. En combinant textes et figures, Marcel Burri a ainsi produit plusieurs livres sur la vie des géologues au Groenland.

En résumé, il est évident que Marcel Burri possédait de multiples compétences et qualités, pas seulement dans le domaine géologique, mais aussi du point de vue social et humain. C'était toujours avec passion qu'il s'engageait, généralement avec succès, soit pour des problèmes géologiques, soit pour des causes sociales ou écologiques. C'était aussi hélas un des derniers géologues généralistes et il va beaucoup nous manquer dans ce nouveau monde d'ultra-spécialistes.

Avril 2019

ARTHUR ESCHER

Rte de Forel 1, 1607 Les Tavernes

MARCEL BURRI, GÉOLOGUE & MEMBRE D'HONNEUR DE LA MURITHIENNE

Marcel fut une figure marquante de La Murithienne pendant plus de soixante ans. Il a contribué intensément à ses activités, comme membre du comité et du Conseil de la Fondation Mariétan. Sa présence aux excursions était toujours un privilège pour les Murithiens: qui ne se souvient de ses «lectures du paysage», où chacun comprenait des bribes de l'histoire géologique locale. Pendant les marches ou les pauses, Marcel prolongeait ses explications au gré des demandes, proposant ses visions du fonctionnement de la nature ou des sociétés humaines. S'il n'a pas souhaité de cérémonie après son décès, il m'avait pourtant préparé à rédiger sa notice nécrologique pour le Bulletin de La Murithienne. Il a ainsi joint à sa dernière lettre «quelques informations qui faciliteraient ma tâche», marque de son attachement à notre société. Très atteint dans sa santé, il a fait ses adieux à ses amis, conscient de «quitter ce monde dont je n'ai pas eu à me plaindre. J'ai fait le travail qui me plaisait dans les pays qui me plaisaient et j'ai même été correctement rémunéré pour cette activité. J'ai vu grandir mes enfants et petits-enfants dans une grande harmonie familiale».

C'est avec beaucoup d'émotion que je me remémore tout ce que nous avons partagé pendant cinquante ans. Marcel Burri, né à Lausanne, commença sa scolarité en France, l'a poursuivie à Sierre où la famille s'installa en 1939, d'où son attachement au Valais. Après sa maturité classique au collège de Sion, il étudia la géologie à l'Université de Lausanne. Pour sa thèse, défendue en 1955, il étudia «l'unité géologique Sion-Courmayeur dans la Valais central». À l'Université de Lausanne, il fut successivement assistant du professeur Héli Badoux, responsable des travaux pratiques, puis privat-docent pour la géologie du Quaternaire, chargé de cours, enfin

responsable de l'enseignement de la paléontologie et professeur de géologie générale. Pendant quelques années, Il collabora avec le bureau d'études géologiques d'A. Bersier à Lausanne. Réalisant son rêve de vivre le Grand Nord, Marcel prit part à cinq campagnes d'étude au Groenland entre 1956 et 1989, véritables explorations dont il aimait se souvenir et qu'il raconte dans l'un de ses documents, illustré de ses fameux dessins aux points (voir illustration). Il participa à des prospections au Maroc, à Djibouti, au Niger et au Mali. En excursion avec les étudiants et en famille, il se rendit aussi en Laponie, Islande, aux volcans d'Italie et d'Auvergne où nous eûmes le privilège de l'accompagner.



Ivigtut, 20 juin 1956: «Il était interdit de travailler seul mais j'ai obtenu une dérogation. ... Enfin je trouve le Groenland que j'espérais. Je vis au cœur même de mon rêve d'enfant! ... Pendant 6 jours je n'ai pas vu âme qui vive» (Groenland, souvenirs, 9-11).

En 1960, il commença les relevés des vallées d'Entremont et de Bagnes pour les cartes de l'Atlas géologique de la Suisse, travaux qu'il poursuivit jusqu'en 1990, en infatigable et passionné géologue de terrain. Il a ainsi participé à la réalisation de neuf cartes géologiques au 1: 25'000 couvrant les vallées de l'Entremont, les Préalpes, le Valais central et Brigue. Ses activités de géologue perdurèrent longtemps après sa retraite anticipée en 1986, son dernier engagement ayant été une participation, avec ses amis Aurèle Parriaux et Marc Weidmann, aux «Données nouvelles sur la géologie des collines de Chiètres» publiée en 2017.

Marcel s'intéressait beaucoup à l'archéologie, faisant le lien entre les occupations humaines et les sédiments dans lesquels on les trouve. Il accompagna Olivier-Jean Bocksberger dans les premières études du site du Petit-Chasseur à Sion et demeura en contact avec les archéologues et les Instituts universitaires. Il était fier aussi d'avoir rapporté en 1988 des artefacts du pays Dogon au Mali. Le site, étudié par la suite par l'Université de Genève, a livré les plus anciennes céramiques d'Afrique, datant de plus de onze mille ans (Swissinfo, 9 juillet 2009).

Marcel porta une attention particulière aux terrains du Quaternaire du Valais, tout d'abord avec l'étude de l'éboulement de Finges publiée en 1955 et 1997, puis avec l'« Histoire et préhistoire glaciaires des vallées des Drances », publiée en 1974. Il participa en 1984 à la préparation de l'exposition du Musée de Bagnes « 18 juin 1818: Débat du Giétro » rédigeant pour le catalogue le chapitre « Géologie de la région de Bagnes ». Il a aussi écrit le chapitre « Le milieu naturel » du catalogue « Le Valais avant l'histoire » à l'occasion de la première grande exposition archéologique organisée par les Musées cantonaux du Valais en 1986. On y trouve ses premiers dessins aux points du Valais englacé qui seront plusieurs fois reproduits par la suite. Il a par ailleurs été l'initiateur du groupe de géologues du Quaternaire, organisant dès 1980 des excursions en Suisse et en France.

Très engagé dans la société civile où il apportait les idées d'un scientifique, Marcel fut président de la Société vaudoise des Sciences Naturelles de 1968 à 1972, de la Société géologique suisse de 1972 à 1976, vice-président de La Murithienne de 1971 à 1979, président de la Fondation Dr Ignace Mariétan de 1971 à 1997, membre du Conseil de la Fondation Muerans - Derborence de 2003 à 2008. Il siégea à la Constituante du canton de Vaud. Je fis la connaissance de Marcel Burri dès novembre 1968, lorsque je suivis son cours de géologie générale destiné aux

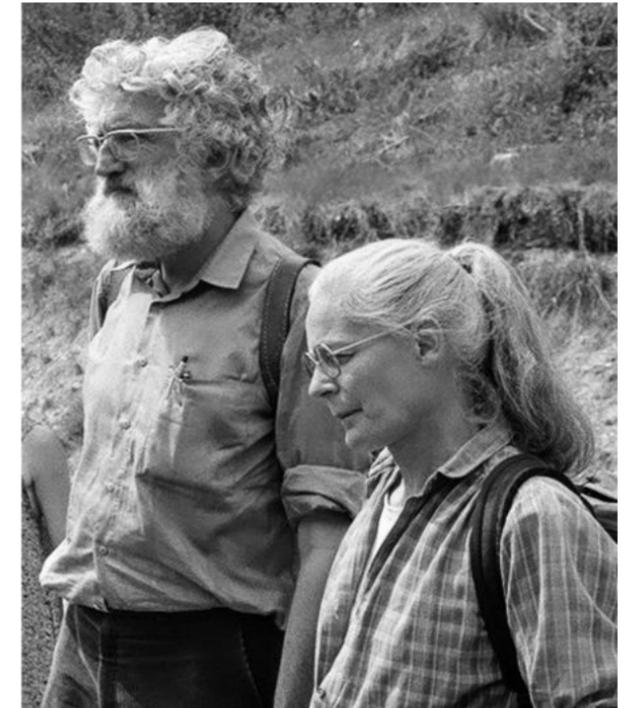
étudiants en sciences naturelles. Une relation privilégiée se noua rapidement, relation devenue très amicale. Notre collaboration et notre complicité dépassèrent largement les activités de La Murithienne, des sciences naturelles et de la protection de l'environnement. Les relations avec sa famille et ses amis me furent un soutien indispensable pour mes travaux à La Murithienne, à la Commission cantonale pour la protection de la nature et ensuite au Musée de la nature du Valais. Nous avons publié, sous le patronage de La Murithienne et de Georges Pillet, éditeur et imprimeur à Martigny, les quatre ouvrages de la collection Connaître la nature en Valais. Marcel en rédigea le premier, « Les Roches » paru en français et en allemand en 1987. Ce fut une belle aventure, Marcel, animateur et lecteur attentif, a su créer un lien amical, constructif au sein de notre équipe. Très engagé pour la défense de la nature et de l'environnement, précurseur dans la promotion de la durabilité, bien avant que l'expression n'ait été inventée, Marcel participa très activement à la campagne antinucléaire, s'opposant principalement aux dépôts des déchets radioactifs. Comme géologue, il dénonça vivement les « mensonges, tromperies, falsifications et incurie des experts et des administrations » qui conduisent au forcing des autorités pour imposer des réalisations mal préparées et préjudiciables pour l'avenir (Qu'en faire? Les déchets radioactifs: un problème non résolu. 1984: 19-20).

Dans son hommage à Marcel Burri pour l'Association Sortir du nucléaire, Philippe de Rougemont écrivit (<https://hu-hu.facebook.com/sortirdunucleaire/posts/hommage-a-marcel-burri> 15 mai 2018): « On veut faire dire à la géologie des choses qu'elle ne sait pas » disait Marcel Burri à un représentant des BKW lors d'un débat télévisé sur les déchets radioactifs en 1979. Ce sont des géologues intègres comme lui-qui nous a récemment quitté-comme Walter Wildi et Marcos Buser aujourd'hui, qui sauvent l'honneur de la science, des contemporains en général, face

aux forces de l'argent et de la technoscience, face à celles et ceux qui ont mal choisi entre l'intégrité intellectuelle et morale d'un côté et les honneurs avec leurs postes de l'autre. "Vous dites que la solution technique est connue, mais vous omettez de dire que la science la conteste" disait aussi Marcel Burri. Notre sympathie va à son épouse, sa famille, ceux qui ont été son collègue, son ami, son professeur. Merci Monsieur Burri pour l'exemple d'intégrité que vous avez transmis ».

Comme président de la Fondation Dr Ignace Mariétan, il impliqua toute sa famille dans la rénovation du toit du mayen de Zinal, chalet que Mariétan avait mis à la disposition des Murithiens et des naturalistes. En 1996, lorsque le Musée de la nature et La Murithienne réalisèrent une exposition en hommage à Ignace Mariétan, Marcel rédigea la biographie « Ignace Mariétan (1882-1971) – Itinéraire d'un précurseur ».

En réponse à la campagne de Pro Natura « Créons ensemble un nouveau parc national », Marcel fut le catalyseur du projet d'un Parc naturel des Muerans. Il trouva dans les Communes des interlocuteurs prêts à s'investir, conduisant à la création le 11 mars 2002 d'une Association regroupant quinze Communes et les deux Cantons de Vaud et du Valais, dont le but était d'« élaborer un projet de parc naturel, national ou régional, pour la région des Muerans » (art. 2 des statuts). Le 4 avril 2005, le refus des Communes de s'engager plus, stoppa définitivement toute idée de concrétisation. L'Association s'était en fait trompée de cible en constituant un dossier destiné aux autorités fédérales alors qu'il eût fallu argumenter pour convaincre les citoyens des Communes. Marcel a raconté son engagement dans un document intitulé « Parc naturel des Muerans. Où en est le projet? ». L'histoire est illustrée par des dessins tirés des Voyages en zigzag de Rodolphe Toepffer et par des cartes et des schémas géologiques. Les résistances étaient alors trop fortes pour un tel projet. Marcel participa aussi en 2003



Marcel et Françoise à l'excursion de La Murithienne à St-Léonard, le 3 mai 1992.

« Jours de soleil
Jours de pluie
Jours de foehn
Ce furent, femme,
Nos plus belles années.
Nos souvenirs éteints
Il en restera quand même
Ce texte neutre
Qui t'est dédié »

En exergue de sa publication « Description géologique de la partie frontale du St-Bernard dans les vallées de Bagnes et d'Entremont » (1983), Marcel rend hommage à sa femme Françoise.

à la création de la Fondation Muerans - Derborence, qui acheta les fonds de l'alpage de Dorbon (Commune de Conthey).



À Châtel, la profession de Marcel était clairement mise en évidence.

Je fus très touché de lire dans son dernier message les remerciements qui témoignaient de notre longue amitié: «Et jusqu'aux derniers jours de ma vie active, tu as été présent. Pour tout ça mille mercis. Merci aussi à Anne-Lise. Je crois avoir déjà dit quelque part que j'avais perdu pas mal de mes amis, suite à leur mariage. Il n'en a rien été avec Anne-Lise bien au contraire.». Nous partageâmes encore avec lui la préparation du dernier document qu'il a écrit et illustré, «*Nicolas Oulianof, mes deux vies*», en souvenir de celui qui fut son professeur et son collègue.

Merci à François, Karin, Antoine, Nathalie et Paul d'avoir participé à tous les engagements de Marcel et de l'avoir soutenu. Je suis sûr aussi que tous les Murithiens, les collègues et les partenaires qui ont partagé ses activités s'associent ici pour rendre un chaleureux hommage à Marcel. Parmi nos amis communs très chers, Katia Djehahirdjian, Marc Weidmann et Mario Sartori ont relu et complété ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

À consulter aussi la liste publiée par Escher, Arthur 2018: Hommage à Marcel Burri (1929-2018), géologue, pédagogue, idéaliste et activiste. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 96: 149-154.

Ouvrages

- 1984 *Qu'en faire? Les déchets nucléaires: un problème non résolu*. Editions d'en Bas, 120 pp.
- 1987 *Les Roches*. Coll. Connaître la nature en Valais. Ed. Pillet Martigny, 158 pages.
- 1992 *Die Gesteine*. Erkenne die Natur im Wallis. Ed. Pillet Martigny, 158 pages.
- 1996 *Ignace Mariétan (1882-1971) – Itinéraire d'un précurseur*. Cahier du Musée d'histoire naturelle 2. Sion, 110 pages.

Cartes de l'Atlas géologique de la Suisse

- 1959 *Feuille 35 St-Léonard*. Notice explicative. Avec H. BADOUX, E. G. BONNARD, & A. VISCHER.
- 1971 *Feuille 58 Dent de Morcles*. Notice explicative. Avec H. BADOUX, J.-H. GABUS, D. KRUMMENACHER, G. LOUP & P. SUBLET.
- 1983 *Feuille 77 Sembrancher*. Notice explicative 51 pp. Avec L. JEMELIN, N. OULIANOFF, S. AYRTON, P. BLANC, K. GRASMUCK, D. KRUMMENACHER, J. VON RAUMER, P. STALDER, R. TRUMPY, & B. WUTZLER.
- 1993 *Feuille 91 Orsières*. Notice explicative. Avec C. MARRO.
- 1993 *Feuille 92 Châtel-St-Denis*. Notice explicative. Avec M. WEIDMANN, P. HOMEWOOD, R. MORAL, J.-D. BERCHTEN, H. BUCHER & J.-D. CORNIOLEY.
- 1994 *Feuille 93 Brig*. Notice explicative. Avec E. FRANK, P. JEANBOURQUIN, T. LABHART, M. LISZKAY & A. STRECKEISEN.
- 1998 *Feuille 101 Chanrion*. Notice explicative. Avec M. ALLIMANN, R. CHESSEX, G. V. DAL PIAZ, G. DELLA VALLE, L. DU BOIS, Y. GOUFFON, A. GUERMANI, T. HAGEN, D. KRUMMENACHER & M.-O. LOOSER.

Février 2019

ANNE-LISE ET JEAN-CLAUDE PRAZ

Rte des Chiles 6, 1913 Saillon

- 2008 *Feuille 111 Sierre*. Notice explicative. Avec J.-H. GABUS, M. WEIDMANN, P.-C. BUGNON, M. SARTORI & M. MARTHALER.
- 2011 *Feuille 130 Sion*. Notice explicative. Avec M. SARTORI, J.-L. EPARD, H. MASSON & J.-B. PASQUIER.

Titres choisis

- 1955 La géologie quaternaire aux environs de Sierre. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 66: 141-154 et *Bull. Murithienne* 72: 1-14.
- 1958 La zone de Sion - Courmayeur au Nord du Rhône. *Mat. Carte géol. Suisse* (n.s.), 105.
- 1960 Compte-rendu de l'excursion de la Société Géologique Suisse en Valais (Région de Sion et Verbier) du 13 au 15 septembre 1959. *Eclogae Geologicae Helveticae* 53: 133-141.
- 1961 Les dépôts quaternaires de la vallée du Rhône entre St-Maurice et le Léman. *Bull. Murithienne* 78: 36-59.
- 1962 Les sciences du Quaternaire: un exemple de collaboration de plusieurs disciplines. *Bull. Murithienne* 79: 14-30.
- 1963 Fouilles archéologiques du Petit-Chasseur: étude lithologique d'une coupe de 1962. Avec O.-J. BOCKSBERGER. *Bull. Murithienne* 80: 1-15.
- 1965 Méthode rapide d'analyse granulométrique des limons. Avec CL. BROSSY. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 69.
- 1968 Les graviers de Bioley-Orjulaz (Vd). Avec F. BURRI & M. WEIDMANN. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 70.
- 1968 Etudes géologiques des coupes de la nouvelle route des Mayens de Riddes. *Bull. Murithienne* 85: 1-20.
- 1969 La zone de Sion - Courmayeur entre les vallées de Bagnes et d'Entremont (Valais). *Eclogae Geologicae Helveticae* 62: 547-566.
- 1969 Les débris végétaux du Carbonifère dans la carrière de Dorénaz. *Bull. Murithienne* 86: 48-50. 1971.
- 1972 Respect d'une tradition, aménagements touristiques et géologie. *Bull. Murithienne*. 89: 11-25.
- 1974 Histoire et préhistoire glaciaires des vallées des

Drances (Valais). *Eclogae Geologicae Helveticae* 67: 135-154

- 1975 Sur les structures de la zone houillère externe dans les vallées des Drances (Valais). *Eclogae Geologicae Helveticae* 68: 285-299.
- 1975 La coulée de boue de Pro Béra (Troistorrent, VS) du printemps 1975. Avec C. COLOMBI & A. FONTANA. *Bull. Murithienne* 92: 33-40.
- 1976 Phénomènes d'instabilité dans les vallées des Drances (Valais). Avec E. GRUNER. *Eclogae Geologicae Helveticae* 69: 75-83.
- 1977 Sur l'extension des derniers glaciers rhodaniens dans le bassin lémanique. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 223: 1-9.
- 1977 Les faunes malacologiques post-glaciaires de Lausanne (St. Laurent). Avec F. BURRI. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 227: 1-5.
- 1980 Excursion 1978 de l'INQUA en Valais. *Bull. Murithienne* 97: 173-174.
- 1981 Structures géologiques dans les racines helvétiques entre la vallée du Rhône et celle de la Durance. *Bull. Murithienne* 98: 3-21.
- 1983 *Description géologique du front du St-Bernard dans les vallées de Bagnes et d'Entremont (Valais) - Suisse*. Monographie de l'Institut de Géologie de Lausanne 270: 87 pp.
- 1983 Le front du Grand St-Bernard du val d'Hérens au val d'Aoste. *Eclogae Geologicae Helveticae* 76: 469-490.
- 1984 Quelques mots en souvenirs de M. Charles Meckert (1896 - 1984). *Bull. Murithienne* 102: 198-199.
- 1985 Une embrassade entre l'Europe et l'Afrique. In Thurre, P. *Le Valais du vin – Terre promise*. p. 24-43. Gilliard, Sion.
- 1986 Le milieu naturel. In M. C. MORAND, directrice. *Le Valais avant l'histoire, 14000 av. J.-C. – 47 apr. J.-C.*, Musées cantonaux du Valais, Sion. Pp. 42-49.
- 1988 Géologie de la région de Bagnes. In GARD, J.-M.: *16 juin 1818 – Débâcle du Gietro*. Collection du Musée de Bagnes 1: pp. 17-33.

- 1997 Géologie récente de Finges et de ses environs (VS). *Bull. Murithienne* 115:5-27.
- 1999 Le Duzillet: esquisse environnementale des plantes, des animaux et des hommes. Avec E. BEZAT-GRILLET, P.-A. BEZAT & F. BURRI. *Mémoire de la Société vaudoise des sciences naturelles* 19: 325-338.
- 2007 Jean Ruedin (1918-2006). *Bull. Murithienne* 124: 102
- 2011 De St-Maurice à Martigny. *Petit guide géologique*. Fondation B. & S. Tissières, Martigny. 38 pages.
- 2012 La pierre dans son contexte. In: ZUFFEREY-PÉRISSET, A.-D. directrice. *Murs de pierres – murs de vignes*. Pp. 51-87. Musée valaisan de la vigne et du vin Sierre - Salquenen et Infolio Editions, Gollion.
- 2017 Chanoine Henri Pellissier (1930-2016). *Bull. Murithienne* 134: 146-147.
- 2017 Données nouvelles sur la géologie des collines de Chiètres. Avec M. WEIDMANN & A. PARRIAUX. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 96: 31-48.

HOMMAGE À GRÉGOIRE RABOUD

Décédé le 1^{er} mars 2018, deux ans après sa fille Hélène en février 2016.

Le décès de Grégoire a sans doute surpris et attristé beaucoup de Murithiens qui se rappellent sa joyeuse présence à nos excursions.

Biologiste et naturaliste, Grégoire a enseigné au Collège de Sion et à l'École cantonale d'agriculture. C'est lui qui, à la fin de ses études d'entomologie à l'École polytechnique fédérale, suite à son travail de doctorat consacré à l'étude des moustiques qui importunaient les habitants de Grône, avait proposé la vanne de régulation de la hauteur du niveau d'eau à Poutafontâna pour en diminuer la reproduction.

Son engagement pour un monde plus raisonnable, qui a orienté toute sa vie, l'a ensuite conduit à un projet d'aide au développement au Honduras, puis, de retour en Valais à s'investir en politique et surtout à mettre sur pied la Fondation valaisanne pour un développement solidaire.

Il suivait avec beaucoup d'intérêt les activités de La Murithienne, curieux de découvrir toujours un peu mieux comment s'organise la nature. Il appréciait particulièrement les explications données sur le terrain. Lui-même passionné de pédagogie et soucieux de faire comprendre la nécessité impérieuse d'un développement durable tant au niveau social qu'écologique qui lui tenait tant à cœur. Tous ceux qui l'ont rencontré se souviennent de son enthousiasme à argumenter afin que les

connaissances acquises ne demeurent pas infructueuses dans les prises de décisions.

Généreux, convivial, audacieux dans ses engagements, que de bons souvenirs il nous laisse! Inoubliables aussi, nos courses en raquettes dans la haute neige où les rondeurs de Grégoire lui donnaient un avantage certain!

Que Christiane et toute sa famille trouvent ici toute notre sympathie. Au nom de ses amis Murithiens.

ANNE-LISE PRAZ



Excursion de La Murithienne, 3 mai 1992. Photo Jean-Claude Praz

COMPTES DE LA MURITHIENNE POUR L'ANNÉE 2017

1. COMPTE PERTES & PROFITS

	RECETTES	DÉPENSES
Fonctionnement		
Cotisations des membres	26'479.65	
Cotisations Groupes Botanique + Entomologie + Géologie	2'680.00	
Dons	1'473.00	
Administration	144.95	31'357.30
Secrétariat		18'274.85
Charges sociales		2'439.95
Frais administratifs et logistiques		3'853.60
Frais d'impressions de flyers et d'envois postaux		6'054.10
Assurances (RC, accidents, collective maladie, indemnités)	144.95	734.80
Programme commun 2016	147.60	
Programme commun 2017	4'948.95	3'294.00
Cotisations ScNat + Sion Tourisme + autres		1'388.00
Communication & Internet		395.50
Intérêts bancaires	10.15	
Frais bancaires + CCP		565.95
	35'884.30	37'000.75
Conférences		
Recettes diverses	2'470.00	
Défraiements, repas et locations de salle		2770.50
Colloque 2017	15'138.20	16'382.85
Contribution Loterie Romande	3'000.00	
Contributions Etat du Valais et Ville de Sion	9'500.00	
Participants + caisse	2'638.20	
Frais d'organisation		16'382.85
Autres colloques (Colloques 2016, 2018, Fête de la Nature)	300.00	883.10
	22'664.00	17'833.80
Excursions		
Excursion printemps	750.00	560.00
Excursion été	2610.00	2'274.30
Excursions automne	640.00	1'210.40
	4'000.00	4'044.70
Publications		
Bulletin 133/2015		19'381.85
Graphisme		8'260.00
Impressions		11'121.85
Bulletin 134/2016	21'400.00	
Contribution Loterie Romande	3'000.00	
Contribution ScNat	6'400.00	
Contribution Fondation Mariétan	6'000.00	
Réserve	6'000.00	
Vente/achat bulletins + livres + répertoire	0.00	620.00
	21'400.00	20'001.85
Divers		
Recettes diverses	341.00	36.00
	341.00	36.00
Total des recettes	79'533.50	
Total des dépenses		81'119.75
Résultat de l'exercice 2017 : déficit		- 1'586.25

2. BILAN

	ACTIFS	PASSIFS
Compte Banque Cantonale du Valais	19'449.00	
Compte de chèques postaux	26'523.11	
Compte E-Deposito	20'609.40	
Caisse	76.25	
Impôts anticipés	0.00	
Réserve pour Colloque		0.00
Réserve pour Camps Jeunes		1818.33
Réserve pour futurs travaux (bulletins)		0.00
Réserve pour Groupe Botanique		1'482.30
Réserve pour Groupe Entomologie		4'405.15
Réserve pour Groupe Géologie		- 1'124.00
Total Réserves		6'581.78
Capital propre au 1.01.2017;		61'662.23
Excédent de dépenses;		- 1'586.25
Capital propre au 31.12.2017;		61'662.23
	66'657.76	60'075.98

L'exercice comptable 2017 s'est soldé par un déficit de **1'586.25**, face à un budget prévisionnel prévoyant un petit bénéfice de 440.00.

Ce résultat est lié à des frais administratifs en légère hausse, ainsi qu'à des dépenses un peu plus importantes pour le Colloque 2017. Toutefois, des contributions externes de soutien sont attendues pour l'année qui suit les prestations effectuées (cf. colloque et bulletin), dès lors pour tendre vers un équilibre, la réserve pour travaux (bulletin) a été temporairement dissoute.

La somme totale des réserves à la fin 2017 se monte à **6'581.78**.

Tous postes confondus (recettes et dépenses), le résultat effectif 2017 montre une légère baisse du capital à **60'075.98**, alors que le bilan des actifs et des passifs s'équilibre à **66'657.76**.

Les comptes ont été vérifiés et approuvés le 30 avril 2018 et 1^{er} mai 2018 par les vérificateurs, Mme Anne Marie Bruttin Décoppet et M. Gérard Luyet.

PIERRE KUNZ,
trésorier

CHANGEMENTS AU FICHER DES MEMBRES EN 2018

NOUVEAUX MEMBRES

CHOLLET FRANCINE	Champlan
CHRISTE PIERRE-JOSEPH	Leytron
FAVINI-BORLOZ ROSEMARIE	Locarno
LAMON NOÉMIE	Aven
MOIX RODOLPHE	Sion
THIEVENT DOMINIQUE	St Maurice
MORET JEAN-CHRISTOPHE	Sion
GAY-CROSIER FABIENNE	Carouge
MARIÉTHOZ ANNE-SYLVIE	Martigny
DE MORSIER NICOLAS	Sion
ROUILLER JEAN-MARIE	Martigny
REMUND NADINE	Trogne
VILLARD HUBERT	St Séverin
DÉLÈZE SYLVIE	Sion
THEUX CORALIE	Le Châble
FOURNIER ALINE	Haute-Nendaz

JUBILAIRES (MEMBRES DEPUIS 50 ANS - 1967)

CARRON ALEXANDRE	Fully
CHARLES JEAN-PAUL ET CHRISTINE	Trélex
EICHENBERGER MONA	Berne

DÉMISSIONS OU NON PAIEMENTS DE COTISATIONS

BERTHOD OLIVIA ET LAURENT	Erde
BISELX JEAN-CHARLES ET JANICK	Martigny
BROCCARD CHRISTIAN	Ollon
BRUCHEZ PHILIPPE	Grône
DUCOMMUN JACQUELINE	Champlan
GRUBER ROMÉO	Sion
KUSTER DOMINIQUE	Vétroz
LESSARD-THERRIEN MALIE	Berne
WASER MASSY DANIELLE	Sierre
NICOLLIER LILIANE	Sion
PANNATIER ROGER	Sion
PERRET PATRICK	Genève
RAYMOND PRALONG MÉLANIE	Granges
REVAZ ANTOINETTE	Sion
ROGUET KERN DIDIER & ADELINE	Collex-Bossy
TAVELLI ROMAIN	Sion

DÉCÈS ANNONCÉS

BOISARD FRANÇOISE (membre depuis 1970)	Narbonne (France)
GIAMBERINI ROGER (membre depuis 2002)	Chermignon d'en Bas
RABOUD GRÉGOIRE (membre depuis 1976)	Grimisuat
BURRI MARCEL (membre depuis 1945)	Bex
BRANDALISE SIGISMOND (membre depuis 1982)	Sion

Au 31 décembre 2018 la société comptait 665 membres.



