

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 94 (2014-2015)
Heft: 3

Artikel: Il y a 150 ans dans le bulletin : les banques de semences au service de la préservation de la flore
Autor: Lambelet-Haueter, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-583308>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Il y a 150 ans dans le bulletin

Quelques mots sur le traitement et la conservation des semences d'arbres,
pour servir aux essais d'acclimatation.

Par M^r A. DAVALL, inspecteur-forestier.

(Séance du 16 juin 1864.)

Depuis un certain nombre d'années l'acclimatation ou plutôt l'introduction de végétaux et surtout de grands végétaux ligneux exotiques, a pris passablement d'extension. Sociétés d'acclimatation, botanistes sylviculteurs, jardiniers et simples particuliers rivalisent de zèle pour faire des collections vivantes, pour répandre et propager des espèces nouvelles, soit comme simple curiosité, soit avec l'espoir de trouver quelque essence avantageuse ou utile pour notre pays.

Les opinions sont divisées sur le résultat qui pourrait en ressortir et quelques personnes pensent que les diverses essences forestières sont déjà réparties sur le globe suivant leurs exigences de végétation et suivant les besoins des divers pays, et que l'on ne saurait déplacer telle ou telle espèce impunément, sans lui faire perdre tout ou partie des qualités qui la distinguent dans son pays d'origine.

Sans vouloir trancher la question, il est cependant permis de rappeler que, dans le domaine de l'agriculture, la vigne et la pomme de terre, toutes les deux d'origine exotique, occupent actuellement une large place dans nos exploitations; le pêcher et le cerisier, si l'on en croit la tradition, ne croissaient pas spontanément dans nos parages et sont cependant les objets d'une culture très étendue. Dans le domaine des forêts nous pouvons citer déjà le Robinier faux-acacia, apporté du Canada en 1600 par Jean Robin et qui commence seulement depuis peu, paraît-il, à être mieux apprécié. Modeste dans ses exigences à l'endroit du sol, il sert à fixer les terres sujettes à s'ébouler; associé à l'*Ailanthus glandulosa* et aux pins d'Europe, il est propre à peupler les sols sableux sur lesquels aucun autre produit ne pourrait prospérer. Il se distingue dans les bons sols par une croissance très rapide et livre en peu de temps un bois des plus durs et des plus résistants, qui égale, sinon surpasse, celui du chêne pour la durée, même lorsqu'il est exposé à l'injure du temps ou dans l'humidité; il

Retrouvez l'article dans son intégralité sous retro.seals.ch, Bulletin de la SVSN, Volume 8, cahier 52 (1864-1865).

Rétrospective

par

Catherine LAMBELET-HAUETER*

Les banques de semences au service de la préservation de la flore

Introduction

Publié il y a 150 ans, l'article de M. A. Davall sur la conservation et la multiplication des semences d'arbres nous fait mesurer le chemin parcouru depuis lors dans les techniques de récolte et de conservation des semences. Il attire aussi l'attention sur les changements d'orientation et les objectifs actuels de la conservation de graines.

Le savoir sur la multiplication et l'acclimatation est essentiel au XIX^e siècle. M. Davall pense que les résultats de l'acclimatation d'arbres tels le robinier faux acacia (*Robinia pseudoacacia*) ou le genévrier de Virginie (*Juniperus virginiana*) sont prometteurs. Sa vision est essentiellement utilitariste. La récolte des semences d'arbres et leur multiplication est un art compliqué par leur taille et leur longévité. De plus, les techniques de conservation des semences sont quasi inexistantes et les transports sur de longues distances sont risqués. Réfrigérateurs et congélateurs n'existent pas encore et de nombreux lots semblent être perdus avant même d'avoir été mis en terre. Son texte vise donc à partager ses connaissances pour faciliter le travail des forestiers.

Le panégyrique de M. Davall concernant le robinier nous semble avec le recul un peu amer. Cet arbre est en effet devenu une espèce envahissante, dont les qualités écologiques vantées dans son article ont aussi été à l'origine des problèmes qu'il pose dans les prairies maigres et les forêts européennes. De nos jours, la prudence nous semble aller de soi concernant l'introduction d'organismes exotiques, ce qui ne semblait pas être une préoccupation à l'époque.

Aujourd'hui, les processus de globalisation ne sont pas qu'économiques : ils concernent également la flore et la faune. Un récent article (VAN KLEUNEN *et al.* 2015) démontre que les flux d'espèces entre continents sont massifs : au moins 13'168 espèces de plantes vasculaires (soit environ 4 % de la flore mondiale) se sont naturalisées dans l'une des 843 régions définies par les auteurs. Le problème des plantes envahissantes risque bien de s'amplifier encore. En outre, l'augmentation de la population humaine, qui entraîne par exemple des atteintes massives à l'environnement ou des changements climatiques majeurs, provoque l'extinction ou

* Conservatoire et Jardin botaniques, ch. de l'Impératrice 1, CH-1292 Chambésy/GE.

catherine.lambelet@ville-ge.ch

la raréfaction de nombreux organismes. C'est pourquoi nous sommes actuellement beaucoup plus préoccupés par la conservation de la biodiversité que par l'acclimatation d'espèces utiles.

Durant le 20^e siècle, suite à l'industrialisation de l'agriculture et la concentration sur des variétés à haut rendement, des techniques de conservation à plus long terme ont été développées pour ne pas voir disparaître toute la diversité des plantes utiles à l'alimentation humaine (PLUCKNETT *et al.* 1990). La conservation de semences s'est également orientée vers les plantes sauvages, à des fins de conservation *ex situ*¹. Relativement récent, cet intérêt remonte à une quarantaine d'années. Les techniques de conservation de semences au froid se sont particulièrement développées et généralisées durant ces deux dernières décennies. C'est ce nouveau volet de la conservation des plantes menacées qui est l'objet de cet article.

La conservation des plantes vasculaires

Bien que moins médiatisée que la conservation animale, la menace pesant sur les plantes sauvages est fondamentale : les scientifiques estiment que près d'un tiers des plantes vasculaires de la planète sont menacées d'extinction complète si rien n'est entrepris pour les conserver. La Stratégie mondiale pour la conservation des plantes (Global Strategy for Plant Conservation, GSPC, <http://www.plants2020.net/about-the-gspc>) est un programme de la Convention sur la diversité biologique (CDB), qui a été mis à jour en 2010 par la Conférence des Parties. En préambule, il y est souligné que « sans plantes, il n'y a pas de vie » et son objectif est d'enrayer la perte continue de la biodiversité végétale. En ce qui concerne les arbres, objet des soins de M. Davall, la Liste mondiale des arbres menacés (OLDFIELD *et al.* 1998) indique que 10 % des espèces d'arbres, soit environ 8000 espèces, sont en danger.

La conservation *in situ* est traditionnellement considérée comme le meilleur moyen d'atteindre les buts de la GSPC. Elle vise en effet à protéger les écosystèmes permettant aux plantes de vivre et se reproduire naturellement. C'est la stratégie la plus à même de conserver une grande diversité d'espèces et une variabilité génétique importante. Or force est de constater que les écosystèmes se modifient de plus en plus rapidement, que de nombreux milieux naturels se raréfient et se retrouvent par conséquent de plus en plus isolés et que l'impact des changements climatiques augmente sans cesse. Conséquemment, la capacité de préserver les espèces *in situ* diminue, au point que cette approche peut être remise en question dans de nombreux cas (APLIN 2008). Bien que suscitant encore souvent la méfiance, la conservation de plantes *ex situ* s'apparente à une action de dernier recours et donc un moyen de plus en plus utilisé pour sauvegarder des populations de plantes dont les effectifs ne cessent de régresser.

En tenant compte de cette évolution, un concept de « conservation intégrée » a été développé dans la Stratégie européenne pour la conservation des plantes (ESPC 2007). Elle définit la conservation *ex situ* comme une police d'assurance, la base devenue souvent indispensable pour la restauration et la réintroduction de populations *in situ* (HAWKINS *et al.* 2008). Ces deux types de conservation n'ont plus à s'opposer, mais se complètent dans un contexte toujours plus difficile. Des exemples de plus en plus nombreux ont démontré l'utilité de cette combinaison : en conséquence, l'intérêt pour la conservation *ex situ* augmente régulièrement (SHARROCK & JONES 2011).

¹ La conservation *ex situ* consiste à prélever des populations d'espèces animales ou végétales dans leur habitat menacé pour les conserver en dehors de leur milieu naturel.

La conservation ex situ

L'objectif 8 de la GSPC est le suivant: inclusion d'au moins 75 % des espèces de plantes menacées connues dans des collections *ex situ*, de préférence dans le pays d'origine, avec au moins 20 % restant disponibles pour des programmes de récupération et de rétablissement.

Pour atteindre ce but, il existe plusieurs techniques :

1. *La culture ex situ* permet de cultiver des espèces de manière contrôlée et bien documentée. Il faut disposer d'espaces cultivables aménagés et de jardiniers bien formés. La culture *ex situ* présente des inconvénients au point de vue de la variabilité génétique, le nombre d'individus d'un lot cultivé étant par exemple souvent inférieur à ce qui pourrait être souhaité dans un but conservatoire. Avec le temps, les lots peuvent également courir des risques d'hybridation avec d'autres populations, voire d'autres espèces cultivées dans les environs, et sont soumis à une dérive génétique qui les éloigne des caractéristiques des plantes originelles, adaptées à leur milieu naturel (LAUTERBACH 2013a). Des recommandations strictes sont donc nécessaires pour ces cultures (LAUTERBACH 2013b).
2. *Les banques de semences* visent à conserver durant de nombreuses décennies des lots de graines dans le même état de viabilité que le jour de leur récolte, de manière à pouvoir les multiplier à nouveau en cas de besoin. C'est la technique la plus efficace en termes de coûts, de nombreux lots pouvant être stockés à long terme, dans un espace restreint, avec des soins réduits (voir ci-dessous). Elle est de plus en plus adaptée aux plantes sauvages et se base en partie sur les techniques développées initialement pour les plantes cultivées. D'après HONG *et al.* (1998), au moins 90 % des espèces de plantes vasculaires du monde sont adaptées à ce type de conservation.
3. *La culture in vitro* fait appel à des cultures de tissus ou à la cryoconservation. Il s'agit de conserver des parties de la plante, par exemple les méristèmes apicaux, qui permettent ensuite sa reconstitution totale. Ces techniques nécessitent des laboratoires bien équipés et du personnel qualifié. Elles autorisent également le stockage de nombreuses plantes dans un petit espace, mais demandent beaucoup de soins et sont assez coûteuses. Ce type de culture est surtout utilisé lorsque les semences ne peuvent pas être séchées ou conservées au froid, notamment pour des orchidées, des fougères ou une grande partie des plantes tropicales (ENGELMANN 1991).
4. *Les banques de gènes en plein champ* sont utilisées particulièrement pour les plantes cultivées qui ne peuvent être stockées sous forme de semences, soit qu'elles ne se reproduisent que végétativement (par exemple les aulx, *Allium* sp.) soit qu'elles ne peuvent être conservées au froid (espèces tropicales notamment). Ce sont des collections souvent coûteuses. Exposées aux aléas climatiques et aux maladies, elles sont parfois négligées à long terme.
5. *Les banques de pollen* peuvent être utiles pour des plantes dont les semences ne peuvent être ni desséchées, ni conservées au froid. Elles requièrent peu d'espace, mais une partie du génome, située dans le cytoplasme, est perdue. Les connaissances concernant ce type de stockage sont encore lacunaires et se limitent encore à quelques espèces utiles ou forestières (EBERHART *et al.* 1991).
6. *Les banques d'ADN* peuvent servir de complément à d'autres types de conservation, en tant que police d'assurance contre la perte de génomes. Elles pourraient s'avérer



Illustration 1 : la récolte des semences doit suivre un protocole strict pour obtenir un échantillon représentatif de la population sans lui porter atteinte.

très utiles pour des espèces disparues ou pour augmenter à nouveau la variabilité génétique de populations très restreintes. Les recherches en sont à leurs débuts mais semblent prometteuses (VICENTE & ANDERSON 2006).

Les banques de semences (ou de graines)

La grande majorité des banques dédiées à la conservation de semences de plantes cultivées date des années 60. Concernant les arbres, M. Davall serait sans doute satisfait de constater que de nombreuses banques sont dédiées à la sylviculture ou à l'agroforesterie (par exemple par l'Office National des Forêts en France) et que les conditions de conservation se sont bien améliorées.

Les banques de semences à but conservatoire se sont développées plus timidement, depuis les années 80, avec une grande extension au tournant du siècle. Cependant, l'engouement pour les plantes utiles reste plus fort que l'attrait pour la sauvegarde de la biodiversité, d'où une forte discrédance dans les moyens à disposition.

En tant que méthode d'urgence pour les plantes menacées, ces banques de graines assurent trois fonctions principales :

- conserver à long terme des lots de graines d'espèces végétales rares, menacées ou endémiques (voire à valeur économique : « crop wild relatives », plantes médicinales, etc.) en vue de projets de restauration ;
- préserver les espèces de l'érosion génétique en stockant un nombre de lots représentatif de la diversité des populations sur l'entier de l'aire de distribution ;
- mettre à disposition du matériel végétal difficile à obtenir pour des projets de recherche en vue de contribuer à une meilleure connaissance de la biologie des espèces.

Les banques de semences de plantes sauvages sont hébergées par diverses institutions, universités et écoles polytechniques, conservatoires botaniques nationaux (CBN) en France, jardins botaniques un peu partout dans le monde. Les établissements universitaires ont l'avantage d'abriter des installations de laboratoire alors que les jardins botaniques ont des facilités pour effectuer des récoltes (illustration 1) et multiplier les semences (illustration 2). En 2012, le Botanical Garden Conservation International (BGCI) recense 235 jardins botaniques

dans le monde qui conservent des semences à moyen et long terme. Les activités se développent à différentes échelles : au niveau international (Millenium Seed Bank, MSB), national (Irlande, Belgique, Russie, Brésil), régional (Macaronésie, désert de l'Arizona, Méditerranée) ou taxonomique (Solanacées, Légumineuses). Les objectifs divergent également selon l'importance attribuée aux fonctions énoncées ci-dessus. Certaines banques sont très grandes et disposent de nombreux moyens, comme le MSB, qui possède sans doute le plus grand stock de graines de plantes sauvages du monde et qui travaille en réseau. D'autres sont très petites et se consacrent à des projets locaux. Chacune a son importance car les besoins sont encore loin d'être comblés.

Il n'est heureusement pas nécessaire de disposer de gros budgets pour initier une banque de semences. On peut débiter avec peu de matériel, peu d'espace et à moindre coût. Les graines de toute la flore menacée d'un pays peuvent n'occuper que quelques m² d'une chambre froide. Pour optimiser les moyens à disposition, de nombreuses banques en Europe se sont constituées en réseau (par exemple les CBN en France, RIBES en Italie, REDBAG en Espagne, ENSCONET au niveau européen).

Les banques de semences présentent donc de nombreux avantages, mais également quelques inconvénients. Le principal est la déconnexion des processus évolutifs qui continuent à se dérouler *in situ*. Si ceux-ci sont rapides, on pense ici particulièrement aux conséquences du réchauffement climatique, la différence génétique entre un lot ancien et la population en place pourrait devenir suffisamment importante pour que le lot conservé ne soit plus représentatif de la population source. Cet aspect est rarement évalué, mais certaines expérimentations indiquent que ce phénomène de différenciation est à l'œuvre (FORT 2015). Quant à la diversité phylogénétique présente dans les collections des banques de semences, elle a fait l'objet d'une étude récente concernant les légumineuses de la collection du MSB (GRIFFITHS *et al.* 2015).

Quelles espèces conserver en banque de semences ?

La conservation en banque de semences table sur la conservation au froid pour une longue durée et convient principalement aux semences dites « orthodoxes ».

Les semences orthodoxes tolèrent des degrés d'humidité très bas (2-6 %) en équilibre à une humidité relative de 10-12 % (en considérant que tous les autres facteurs sont à l'optimum) et manifestent une corrélation négative entre la température et la longévité à degré d'humidité constant. De très nombreuses espèces des climats tempérés produisent des semences orthodoxes.

Les semences nommées par opposition « récalcitrantes » ne peuvent être soumises à la dessiccation sans dommages. La plupart des plantes des climats tropicaux produisent de telles semences. Quant aux semences « intermédiaires », elles tolèrent un certain degré de dessiccation, très variable, mais sont rapidement endommagées à des taux d'humidité bas (de 7 à 12 %). Leur longévité diminue conséquemment en dessous de 10 °C, mais ceci n'est valable que pour les plantes d'origine tropicale.

En ce qui concerne les arbres chers à M. Davall, plusieurs essences indigènes ont des semences récalcitrantes, ce qui est plus rare chez les herbacées. Chez les érables, *Acer pseudoplatanus* et *A. saccharinum* produisent par exemple des semences récalcitrantes, alors



Illustration 2 : multiplication de semences d'un lot au jardin botanique, ici *Carpesium cernuum*.

qu'*Acer platanoides* et *Acer campestre* ont des semences orthodoxes. La plupart des pins (*Pinus* sp.) et des sapins (*Abies* sp.) ont des semences orthodoxes, au contraire des chênes (*Quercus* sp.). La majorité des arbres tropicaux cultivés ont des semences récalcitrantes (avocatier, manguier, cacaoyer, etc.).

Au point de vue de la conservation, peu d'arbres européens font l'objet d'actions particulières, mis à part le cas des *Zelkovas* (*Zelkova* sp.). Cependant, peu a encore été fait concernant la conservation de leurs semences, avec une espèce avérée récalcitrante et de fortes suspicions pour les autres.

Les arbres produisant des graines orthodoxes voient leur viabilité nettement allongée par un stockage au froid. Il existe d'ailleurs aujourd'hui des projets de banques de semences conservatoires dédiées aux arbres, comme le «UK National Tree Seed Project» à Kew, dont le manuel comprend 45 arbres pouvant faire l'objet d'une récolte (voir manuel de récolte sous <http://www.kew.org/sites/default/files/UK%20national%20tree%20seed%20project.pdf>).

Comment conserver les semences ?

En Europe, les techniques les plus utilisées ont été expérimentées pour les plantes sauvages par plusieurs banques de semences depuis plus de 30 ans, particulièrement en Espagne (Faculté d'Agronomie de l'Université polytechnique de Madrid, UPM), en France (Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles) et en Grande-Bretagne (Royal Botanic Garden Kew à Wakehurst Place). Elles se fondent sur les lois de HARRINGTON (1972) et les travaux de ROBERTS & ELLIS (1977), valables pour les semences orthodoxes uniquement. Pour ces auteurs, dans un intervalle défini, si on abaisse la température de 5 °C pour le premier, respectivement 6 °C pour les autres, la longévité des graines double. Le même effet est obtenu indépendamment pour une diminution de la teneur en eau des graines de 1 %, respectivement 2.5 %.

Les conditions pour obtenir une longévité maximale varient d'une espèce à l'autre et sont souvent peu connues. Il n'est en général possible d'appliquer à l'ensemble des lots qu'une seule procédure standard. Actuellement, deux techniques sont principalement utilisées dans les banques de semences européennes :

- Dessiccation dans une chambre sèche (ou une enceinte équivalente) à environ 15 % d'humidité relative (soit 3.5 à 6.5 % de taux d'humidité de la semence) à une température de 10 à 20 °C. Conditionnement à des températures en-dessous de 0 °C, habituellement entre -18 °C et -20 °C (congélateur).
- Ultra-séchage avec du silicagel ou dans un lyophilisateur à 1.5 – 3 % de taux d'humidité. Conditionnement à température ambiante ou en réfrigérateur.

Différentes expériences après 20 à 30 ans de stockage ou par vieillissement artificiel des graines ont montré que les deux techniques semblent convenir à une majorité d'espèces. À l'UPM de Madrid, qui utilise la première technique depuis 1966, des essais menés après 38 ans de stockage, portant principalement sur des crucifères, ont montré une baisse de viabilité globale de 5 % sur les lots n'ayant pas connu d'incidents au cours de cette période (PEREZ-GARCIA *et al.* 2007). La deuxième technique semble également très fiable (BACCHETTA *et al.* 2007). Certaines banques de semences utilisent d'autres techniques, comme la conservation dans l'azote liquide, considérant que c'est seulement à des températures très basses que les processus enzymatiques s'interrompent complètement, ce qui évite le vieillissement des semences (PUCHALSKI 2004).

Le but visé avec ces différentes techniques est la conservation à long terme dans des conditions optimales n'exigeant pas de multiplication intermédiaire des lots pendant de nombreuses années. Les récipients contenant les semences doivent être imperméables et ne pas laisser pénétrer d'humidité. Plus que les variations de température, qui ne portent pas à conséquence si elles sont limitées dans le temps et l'amplitude, c'est la pénétration d'air à humidité ambiante qui provoque des altérations importantes des lots. Un seul épisode peut conduire à des pertes importantes de longévité, voire à la perte d'un lot entier. C'est pourquoi les banques sont actuellement très attentives aux conteneurs utilisés (GOMEZ-CAMPO 2006).

Combien de temps les semences sont-elles viables ?

La longévité des semences joue évidemment un grand rôle sur la période durant laquelle elles vont pouvoir être conservées. Comme le souligne M. Davall pour certains arbres, la plupart produisent des semences qui ne sont viables qu'à très court terme dans la nature. Au contraire, de nombreuses espèces herbacées ont manifesté des longévités très grandes après avoir été stockées dans le sol pendant des dizaines d'années, de manière parfois spectaculaire. C'est grâce à la grande longévité de ses graines, qui peut atteindre plusieurs dizaines d'années, que le coquelicot (*Papaver rhoeas*) s'est mis à fleurir sur les champs de bataille, au milieu des prairies éventrées, pendant la Première Guerre mondiale. Il a ainsi été dénommé « sang des soldats » et associé au souvenir des combattants dans les pays du Commonwealth (illustration 3). THOMPSON & GRIME (1979) ont établi différentes catégories de stock grainier du sol, du type transitoire au type persistant, catégories qui reflètent la longévité des graines en conditions naturelles. Des expériences avec des lots de semences enterrés sont un bon indicateur de cette longévité (SAATKAMP *et al.* 2009), certaines ayant été conduites pendant de très longues périodes. La germination à un taux de 64 % d'un lot de molène blattaire (*Verbascum blattaria*) après 120 ans dans le sol est un des taux les plus élevés connus pour un stockage dans un sol naturel (TELEWSKI & ZEEVART 2002).

La connaissance de la longévité des semences d'une plante permet d'évaluer au bout de combien de temps les lots doivent être renouvelés. On peut calculer la longévité d'un lot



Illustration 3 : le coquelicot ou «sang des soldats», une espèce messicole dont les semences ont une grande longévité.

de graines conservées au froid après dessiccation grâce à des équations (ELLIS & ROBERTS 1980, PRITCHARD & DICKIE 2003), pour autant que certaines caractéristiques propres à chaque taxon soient connues. Ces équations prédisent des longévités de centaines, voire de milliers d'années. Néanmoins, très peu de recherches crédibles ont pu démontrer des longévités supérieures à 150 ans. Une diminution du pourcentage de graines viables dans le lot étant inévitable avec les deux techniques de stockage les plus courantes, il est donc intéressant d'avoir un grand nombre de graines à disposition, et ce d'autant plus si la viabilité des graines est faible.

En 2007, des échantillons de graines d'espèces sud-africaines, dissimulés par un prisonnier 200 ans auparavant dans une cellule de la Tour de Londres, ont été retrouvés enfouis dans le sol durant des travaux de restauration. Le MSB a tenté de faire germer ces graines. Ces semences étaient à l'époque destinées à l'acclimatation et constituaient pour ce Hollandais de la Compagnie des Indes Orientales, capturé par les Anglais, un secret d'État ... Trois espèces ligneuses (*Acacia* sp., *Liparia* sp., *Leucospermum* sp.) ont germé parmi les 33 identifiées, alors que les conditions de conservation étaient totalement inadaptées (DAWS *et al.* 2007)! Un tel événement donne de l'espoir pour la conservation des graines à long terme dans de bonnes conditions.

Les tests de germination constituent une procédure de routine et sont effectués sur des échantillons de graines de chaque lot. Sans entrer dans les détails, ils doivent permettre d'évaluer l'évolution de la viabilité des graines d'un lot au cours du temps. D'après les expériences actuelles, il faudrait renouveler ces tests selon un pas de temps de 5 à 20 ans suivant les espèces et les conditions de conservation.

Un exemple en Suisse : la banque de semences des CJBG

Les Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJBG) ont initié une politique de conservation des espèces menacées au niveau régional dès l'an 2000, date à laquelle un secteur dédié à ces activités a été créé. Considérant que les moyens étaient assez modestes, mais que cet outil était un des plus faciles et efficace à mettre en place, la banque de semences a été développée grâce à des infrastructures existantes. Un congélateur était disponible et une chambre froide a été transformée en chambre sèche grâce à l'achat de deux déshumidificateurs.

Des protocoles ont été rédigés concernant les différentes étapes de la procédure de stockage, en fonction du climat de la région et des ressources disponibles. La technique de la dessiccation est utilisée (chambre sèche réglée entre 12 et 15 % d'humidité relative, chambre froide à -20 °C). Une double enceinte en verre doit garantir l'étanchéité des lots. Ceux-ci sont conditionnés dans une première enceinte consistant en un tube de pyrex scellé à la flamme (illustration 4) directement en chambre sèche. La deuxième enceinte est un bocal de conserve avec joint imperméable dans lequel 18 tubes peuvent être stockés (illustration 5). Les enceintes en verre présentent l'avantage d'un contrôle aisé des échantillons sur les rayonnages, le silicagel servant d'indicateur pour le degré d'humidité.

Conformément à l'Agenda international des jardins botaniques (<https://www.bgci.org/jbf-fr/agendainternational>), les objectifs de récolte sont orientés sur la flore régionale, particulièrement le canton de Genève. En effet, celui-ci dispose d'une Liste Rouge, établie en 2006, ce qui facilite le choix des espèces (http://www.ville-ge.ch/cjb/conservation_activites_lr.php). Le processus de récolte bénéficie d'un soutien de l'État de Genève. Des projets particuliers permettent également de récolter des semences dans d'autres régions de Suisse. En 2008, les procédures ont été mises à jour et la totalité des anciens lots sont graduellement reconditionnés.

Actuellement, la banque de semences compte plus de 1000 lots concernant environ 400 espèces menacées au niveau national ou régional. Cela représente 4000 tubes scellés à la flamme et 24 millions de semences conservées au congélateur. Le stock est dédoublé entre les congélateurs des CJBG et de l'Agroscope de Changins pour plus de sécurité. Plusieurs programmes de sauvegarde d'espèces menacées ont pu utiliser les stocks de la banque de semences et les plantons issus de ces graines, obtenus par multiplication dans le jardin botanique.

Cet exemple démontre que cet outil est applicable avec des moyens assez modestes pour des résultats importants pour la flore, ce qui est confirmé par le développement continu de banques de semences dans de nombreux jardins botaniques et institutions européennes.

Conclusion

Si on peut penser que M. Davall se réjouirait sans doute aujourd'hui des progrès accomplis dans la conservation des semences et l'ampleur des connaissances acquises, on peut se demander s'il nuancerait ses élans concernant l'acclimatation au vu de l'évolution de l'état de la biodiversité végétale en général. On peut espérer que dans 150 ans, nous profiterons encore d'un paysage végétal diversifié et pas figé pour l'éternité dans des congélateurs. Et ceci en partie grâce aux efforts actuels, qui doivent encore être poursuivis.

BIBLIOGRAPHIE

- APLIN D., 2008. How useful are botanic gardens for conservation? *The Plantsman* 7: 190-193.
- DAWS M.I., DAVIES J., VAES E., VAN GELDER R. & PRITCHARD H.W., 2007. Two-hundred-year seed survival of *Leucospermum* and two other woody species from the Cape Floristic region, South Africa. *Seed Science Research* 17: 73-79.
- BACCHETTA G., BUENO SANCHEZ A., JIMENEZ-ALFARO B., FENU G., MATTANA E., PIOTTO B. & VIREVAIRE M. (Eds.), 2007. Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion *ex situ* de

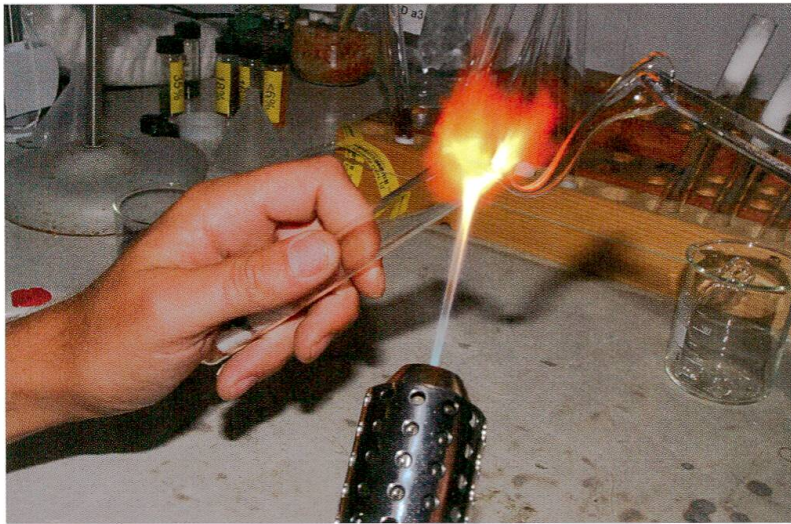


Illustration 4 : les tubes pour le stockage sont scellés à la flamme dans la chambre sèche.



Illustration 5 : à gauche, un exemple de tubes scellés à la flamme où sont réparties les graines d'un lot. À droite, un bocal de conserve sert de deuxième enceinte étanche pour environ 18 tubes scellés posés sur un lit de silicagel.

matériel végétal. Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici APAT, traduction française du CBN Méditerranéen de Porquerolles, Porquerolles.

EBERHART, S.A., ROOS, E. E. & TOWILL, L. E., 1991. Strategies for long-term management of germplasm collections. In: FALK, D.A & HOLSINGER, K.E. (Eds.). *Genetics and Conservation of Rare Plants*, Oxford Univ. Press, New York : 135-145.

ELLIS R.H. & ROBERTS E.H., 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany* 45 : 13-30.

ENGELMANN F., 1991. *In vitro* conservation of tropical germplasm – a review. *Euphytica* 57 : 227-243.

ESPC, 2007. A sustainable Future for Europe. The European Strategy for Plant Conservation 2008-2014. http://archiwumbip.gdos.gov.pl/doc/2010/zampub/29-gdos-2010_plant_conservation-48s.PDF

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

GRIFFITHS E., BALDING S. T., DICKIE J.B., LEWIS G.P., PEARCE T.R. & GRENYER R., 2015. Maximising the phylogenetic diversity of seed banks. *Conservation Biology* 29 : 370-381.

GOMEZ-CAMPO C., 2006. Erosion of genetic resources within genebanks: the role of seed containers. *Seed Science Research* 16 : 291-294.

- HARRINGTON J.F., 1972. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI T.T. Seed biology. Vol. 3. Academic Press, New York: 145-245.
- HAWKINS B., SHARROCK S. & HAVENS K., 2008. Plants and climate change: which future? Botanic Garden Conservation International, Richmond.
- HONG T.S., LININGTON S. & ELLIS R.H., 1998. Seed storage behaviour: a Compendium. Handbooks for Genebanks 4, International Plant Genetic Resource Institute, Rome.
- LAUTERBACH D., 2013a. Untersuchungen zur Populationsgenetik in *ex situ* und Wildpopulationen von *Silene otites*. In: BAUMBACH H. & PFÜTZENREUTER S. [Hrsg.]: Steppenlebensräume Europas – Gefährdung, Erhaltungsmaßnahmen und Schutz. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Erfurt: 409-414.
- LAUTERBACH D., 2013b. *Ex situ*-Kulturen gefährdeter Wildpflanzen – Populationsgenetische Aspekte und Empfehlungen für Besammlung, Kultivierung und Wiederausbringung. *Anliegen Natur* 35: 32-39.
- OLDFIELD S., LUSTY C. & MACKINVEN A., 1998. The world list of threatened trees. World Conservation Press, Cambridge.
- PEREZ-GARCIA F., GONZALEZ-BENITO M.E. & GOMEZ-CAMPO C., 2007. High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of *Brassicaceae* after almost 40 years storage. *Seed Science & Techniques* 35: 143-153.
- PLUCKNETT D.L., SMITH N.J.H., WILLIAMS J.T. & ANISHETTY N.M., 1990. Banques de gènes et alimentation mondiale. INRA et CTA, Paris.
- PRITCHARD H.W. & DICKIE J.B., 2003. Predicting Seed Longevity: the use and abuse of seed viability equations. In: SMITH R.D., DICKIE J.D., LININGTON S.H., PRITCHARD H.W. & PROBERT R.J. (Eds.). Seed conservation: turning science into practise. Royal Botanic Gardens, Kew, UK: 653-721.
- PUCHALSKI J., 2004. International programs for seed preservation of European native plants. *Bulletin of the Botanical Garden* 13: 11-18.
- ROBERTS E.H. & ELLIS R.H., 1977. Prediction of seed longevity at sub-zero temperatures and genetic resources conservation. *Nature* 268: 431-432.
- SAATKAMP A., AFFRE L., DUTOIT T. & POSCHLOD P., 2009. The seed bank longevity index revisited: limited reliability evident from a burial experiment and databases analysis. *Annals of Botany* 104: 415-426.
- SHARROCK S. & JONES M., 2011. Saving Europe's threatened flora: progress towards GSPC Target 8 in Europe. *Biodiversity Conservation* 20: 325-333.
- TELEWSKI F.W. & ZEEVART J.A.D., 2002. The 120-yr period for Dr Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* 89: 1285-1288.
- THOMPSON K. & GRIME J.P., 1979. Seasonal variation in the seed bank of herbaceous species in ten contrasting habitats. *J. Ecol.* 67: 893-921.
- VAN KLEUNEN M., DAWSON W., ESSL F., PERGL J., WINTER M. *et al.* 2015. Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature* 525: 100-103.
- VICENTE M.C. DE & ANDERSON M.S. (Eds.), 2006. DNA banks-providing novel options for gene banks? International Plant Genetic Resources Institute IPGRI, Rome.