



Projet Plantations expérimentales d'essences d'avenir¹

Choix des essences pour les plantations expérimentales

Ce rapport a été créé dans le cadre du projet « Plantations expérimentales d'essences d'avenir » et représente une version retravaillée et élargie du rapport du 27/11/2017 (« Choix des essences pour les plantations expérimentales d'essences d'avenir » Version 1 (en allemand)). Le rapport décrit la procédure adoptée pour le choix des essences, compile les résultats d'une procédure de consultation auprès des cantons² et présente le catalogue des essences pour les plantations expérimentales à design fixe. Le catalogue d'essences et leur répartition par écorégions et étages de végétation peuvent être encore modifiés. Le design et la sélection des placettes sont élaborés dans des rapports distincts³: « Design des plantations expérimentales », « Sélection des placettes pour les plantations expérimentales ». Une version allemande de ce document a été transmise aux cantons le 19/03/2018.

Abréviations: EF = essence(s) forestière(s); PE = plantation(s) expérimentale(s); PV = provenance(s) (synonyme: origine(s))

Auteurs: Esther Frei, Kathrin Streit, Peter Brang, WSL

Traduction: Claude Dequidt, Véronique Pézard (ttn)

Version 2, 17/04/2018

Table des matières

1	Introduction.....	2
1.1	Objectifs du projet et importance du choix des espèces pour les plantations expérimentales.....	2
1.2	Structure du présent rapport.....	3
2	Procédure suivie lors du choix des espèces.....	3
2.1	Développement des critères de sélection.....	3
2.2	Application des critères de sélection	5
2.3	Proposition d'essences du WSL pour consultation	7
2.4	Consultation par les cantons.....	8
2.5	Adaptations du catalogue d'essences	9
3	Catalogue d'essences révisé et répartition des essences par écorégions et étages de végétation	10
4	Bilan et perspectives.....	14
5	Bibliographie.....	15
	Annexe 1: Préférences des essences des représentant-e-s des cantons (juillet 2017)	16
	Annexe 2: Résultats des consultations du choix des essences (février 2018)	17

¹ Le projet est réalisé par l'OFEV et le WSL dans le cadre du programme de recherche « Forêts et changements climatiques ».

²S'entend ici les offices des forêts cantonaux et la mention « cantons » inclue également la Principauté du Liechtenstein.

³ Les deux rapports cités ont été envoyés avec ce rapport.

Synthèse

Le changement climatique aura des répercussions sur l'aptitude climatique des essences sur leurs sites actuels. Le projet « Plantations expérimentales d'essences d'avenir » vise à tester le potentiel de survie et de prospérité des essences, sous diverses conditions climatiques. Il s'agit d'analyser quels facteurs environnementaux déterminent la prospérité de 18 essences ainsi que de 7 provenances de chacune de ces essences par grands gradients environnementaux. Une présélection des essences reposait sur les critères de fréquence, de performance et de risque culturel des essences. De plus, il a été tenu compte des avis de 21 cantons et des avis d'autres experts. À partir de cela, une proposition de catalogue d'essences pour les PE à design fixe a été développée, qui a été mise en consultation auprès des cantons. Le catalogue d'essences a été adapté sur la base des résultats de la consultation. Le catalogue d'essences définitif se compose maintenant d'un catalogue principal de 9 essences, qui doivent être soumises à des tests exhaustifs dans quelque 35 plantations expérimentales, et d'un catalogue complémentaire de 9 autres essences qui doivent être testées dans quelque 15 plantations expérimentales. En outre, les essences du catalogue complémentaire servent de substitution, s'il devait s'avérer que certaines essences du catalogue principal ne peuvent pas être utilisées, du fait par exemple d'un manque de semences. Après le choix des essences, des provenances adaptées sont recherchées pour chaque essence et les semences nécessaires sont approvisionnées pour l'élevage des plantes.

1 Introduction

1.1 Objectifs du projet et importance du choix des espèces pour les plantations expérimentales

Le changement climatique aura des répercussions sur l'aptitude climatique des essences forestières (EF) sur leurs sites actuels et donc sur les futures prestations forestières. Sur de nombreux sites forestiers, dans les conditions climatiques attendues à la fin du 21^{ème} siècle, d'autres EF pousseront mieux que celles qui y prospèrent actuellement (Pluess *et al.* 2016). Le projet « Plantations expérimentales d'essences d'avenir » vise à tester le potentiel de survie et de prospérité des EF, sous diverses conditions climatiques. L'objectif des expérimentations vise à vérifier des connaissances issues du programme de recherche « Forêts et changements climatiques », à contribuer aux recommandations d'essences pour les praticiens et à établir une infrastructure à long terme pour la recherche appliquée. Cette infrastructure doit se composer d'un réseau de plantations expérimentales (PE) coordonnées, dans toute la Suisse, conçues pour une durée d'observation de 30 à 50 années et qui couvrent les différentes régions biogéographiques et étages de végétation.

Le réseau prévu permet de comparer plusieurs EF et à chaque fois plusieurs provenances (PV, synonyme: origines) par EF sous de grands gradients environnementaux et de tester leur viabilité. Le nombre d'EF, pouvant être testées dans les PE, est limité par le nombre de placettes disponibles et leur taille. Pour des évaluations statistiques pertinentes, chaque EF doit comporter plusieurs individus sur de nombreuses PE. Lors du choix des EF, nous avons recherché un compromis entre les intérêts des acteurs portant sur la plus large palette d'essences possibles, la pertinence visée des résultats pour chaque PE et la place nécessaire pour chaque PE.

1.2 Structure du présent rapport

Ce rapport décrit la procédure adoptée lors du choix des essences et le catalogue d'essences pour les PE à design fixe⁴. Dans le chapitre *Procédure suivie lors du choix des espèces*, nous décrivons comment l'équipe de projet a élaboré une première proposition d'essences sur la base d'une série de critères de sélection et en quoi a consisté la procédure de consultation ultérieure avec les cantons. Le chapitre *Catalogue d'essences révisé et répartition des EF par écorégions et étages de végétation* décrit le catalogue d'essences choisi pour les PE à design fixe et justifie la sélection. Le chapitre de conclusion *Bilan et perspectives* dresse un bilan du processus de sélection des espèces et donne une vue d'ensemble de la poursuite de la procédure.

2 Procédure suivie lors du choix des espèces

La procédure suivie lors du choix des espèces est présentée en Figure 1. La base de départ du choix des espèces était toutes les EF autochtones en Suisse (Abegg *et al.* 2014), complétées par quelques espèces exotiques adaptées à des sites secs et chauds. Un catalogue de critères a été défini pour le choix des espèces, qui s'oriente sur les performances et les risques cultureux des EF. En raison de ces critères de sélection et en se référant aux avis des représentant-e-s des cantons et d'autres experts (ateliers des 05/07, 07/07, 11/07, 03/08 et 14/08/2017 ainsi que retours d'informations écrits à ce sujet), une proposition de catalogue d'essences a été élaborée et soumise à consultation aux cantons et a été ensuite adaptée.

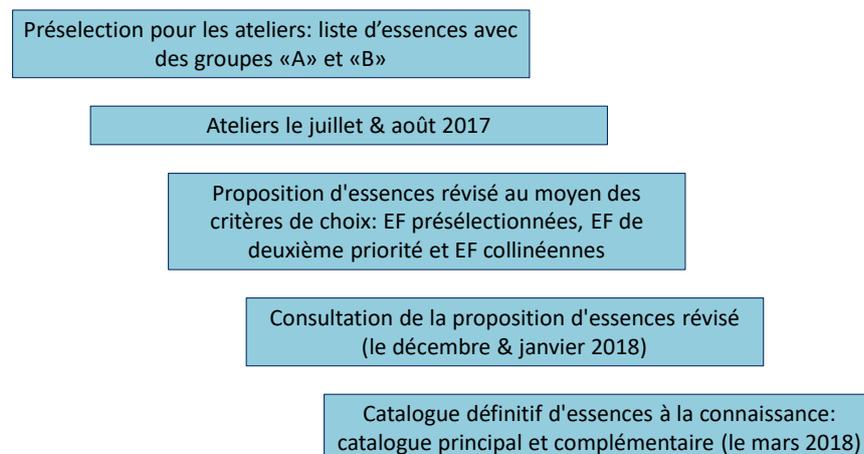


Figure 1. Étapes de travail pour le choix des essences.

2.1 Développement des critères de sélection

Les critères de sélection se résument à deux groupes: d'une part les critères caractérisant la performance des EF et d'autre part les critères qui décrivent les dangers pour une EF ou les risques inhérents à une EF. Les informations qualitatives sur chaque critère ont été compilées sur la base de la

⁴Deux types de PE sont prévus: La composante centrale du projet est formée par les PE à design fixe, avec des critères relativement stricts en matière de design expérimental, qui permettent une évaluation scientifique. En outre, il est possible d'avoir des PE à design flexible, où l'on peut choisir des EF ou PV supplémentaires qui intéressent particulièrement les acteurs. Mais les PE à design flexible ont un caractère d'études de cas, à partir desquelles il n'est pas possible de tirer des conclusions de portée générale.

littérature et complétées par des avis d'expert. Puis, l'équipe de projet a évalué les EF sur la base de ces critères et élaboré une proposition d'essences.

2.1.1 Groupe de critères performance

Le groupe de critères performance regroupe des critères qui définissent la performance d'une EF et donc, de manière directe ou indirecte, son potentiel à fournir des prestations forestières.

Fréquence

La fréquence d'une EF est un indicateur de sa prestation forestière actuelle. En outre, la fréquence est associée à la répartition d'une EF: plus la répartition est étendue, plus l'EF est fréquente. La répartition actuelle d'une EF montre ici qu'elle s'est établie depuis longtemps dans son aire de répartition et a donc le potentiel pour perdurer en Suisse. Pour évaluer la fréquence d'une EF, la part du volume sur pied et la part de surface terrière⁵ selon l'Inventaire forestier national IFN4b (2009/2013) ont été utilisées (Abegg *et al.* 2014).

Potentiel de prestations forestières

Le potentiel de production de bois et la dimension atteignable définissent directement le potentiel de prestations forestières d'une EF.

- **Potentiel de production de bois:** Ce sont surtout la croissance et la forme du tronc qui définissent le potentiel de production de bois d'une EF⁶.
- **Dimension atteignable:** Un critère important de prestations forestières d'une EF est la dimension que l'espèce peut atteindre. La dimension atteignable est le facteur déterminant du potentiel de production de bois. Mais elle est aussi cruciale pour d'autres prestations forestières importantes. Ainsi les arbres doivent atteindre certaines dimensions minimales afin de pouvoir déployer un effet protecteur. De plus des arbres plus grands peuvent potentiellement contribuer à améliorer la biodiversité, car ils peuvent servir de refuge par exemple à des chauves-souris ou des pics.

Amplitude écologique

L'amplitude écologique désigne la zone d'un facteur environnemental donné, où une EF peut prospérer. Les facteurs environnementaux importants sont d'une part les facteurs climatiques tels que température et précipitations et d'autre part les propriétés des sols telles que capacité de rétention d'eau, pH et teneur en nutriments. On considère que les EF à grande amplitude écologique peuvent mieux s'adapter aux futures modifications climatiques ou à de nouvelles conditions locales que les EF à petite amplitude écologique. De ce fait, les EF à grande amplitude écologique, surtout en termes de facteurs climatiques, ont été privilégiées.

2.1.2 Groupe de critères risques cultureux

Les risques cultureux comprennent d'une part le risque d'une perte ou d'une mauvaise prospérité d'une EF et d'autre part le risque écosystémique qu'une EF peut présenter.

⁵Ces deux paramètres sont fortement corrélés et sont de bons indicateurs de la fréquence d'une EF. La surface terrière est calculée à partir de la somme des surfaces de section transversale à 1,3 m de hauteur de tous les arbres et arbustes vivants à partir d'un DHP de 12 cm. Le volume de bois sur pied, exprimé en volume du bois de tige avec écorce des arbres et arbustes vivants à partir d'un DHP de 12 cm, est modélisé à partir du DHP (Abegg *et al.* 2014).

⁶Ceci a bien sûr des effets sur le stockage du carbone.

Vulnérabilité aux agents pathogènes

Quelques EF, particulièrement vulnérables aux agents pathogènes connus ou supposés apparaître à l'avenir, ont été exclues du choix des essences. Il aurait été insensé de les promouvoir à l'avenir, compte tenu du grand risque d'attaques associé ou de la propagation des agents pathogènes correspondants qu'elles pourraient favoriser.

Sensibilité à la sécheresse

On considère que les périodes de sécheresse estivale marquées en Suisse se produiront plus fréquemment, en raison du changement climatique. Les EF peu sensibles à la sécheresse présenteront des avantages à l'avenir. Elles seront testées de préférence dans le projet.

Invasivité

Les espèces invasives sont celles qui sont exotiques en Suisse (néophytes) et qui pourraient se propager et donc compromettre les espèces autochtones. Avec la stratégie de la Confédération envers les espèces exotiques, la Suisse s'oblige à endiguer la propagation des espèces exotiques invasives en Suisse (Schwarz *et al.* 2016). De ce fait, il n'a pas été question dans le projet de recourir à des EF classées comme invasives.

2.1.3 Critères non retenus dans le choix des essences

N'ont pas été retenus dans le choix des essences, le risque de gel tardif et hivernal, le risque de bris sous le poids de la neige, la tolérance à l'abroustissement, la capacité concurrentielle et la tolérance à l'ombre. Car ces critères n'excluent pas qu'une EF fournisse des prestations forestières, si des sites adaptés sont choisis ou si les traitements forestiers nécessaires sont réalisés. Les risques de gel tardif et hivernal déterminent dans quelles régions et à quels étages de végétation une EF sera plantée. Le risque de bris sous le poids de la neige (Nykänen *et al.* 1997) est également retenu pour la répartition par région et étage de végétation. La vulnérabilité à l'abroustissement n'a pas été considérée comme étant un critère d'exclusion, car – mis à part éventuellement le *Taxus baccata* – toutes les EF peuvent être cultivées, en présence de populations d'ongulés adaptées au biotope, si nécessaire en prenant des mesures de protection. Des EF avec capacité concurrentielle élevée et tolérantes à l'ombre ont par principe un grand potentiel pour fournir des prestations forestières, car elles peuvent s'imposer d'elles-mêmes. Une limitation exclusive du choix des essences à de telles EF exclurait des espèces intéressantes telles que *Quercus petraea*. De la même façon, il n'a pas été tenu compte de savoir si pour les EF sélectionnées il y a suffisamment de semences d'un nombre suffisant de PV adaptées aux PE ou si elles peuvent être approvisionnées. Cette question sera abordée à l'étape suivante (voir Chapitre Bilan et perspectives).

2.2 Application des critères de sélection

2.2.1 Liste initiale d'espèces

Les 53 EF présentes en Suisse de l'ensemble de la liste des végétaux ligneux des IFN2 (1993/1995), IFN3 (2004/2006) et IFN4b (2009/2013) (Abegg *et al.* 2014) ont servi de base à la sélection d'espèces. Cette liste a été complétée par les EF qui ont un potentiel d'avenir en raison des résultats de projets antérieurs dans le programme de recherche Forêts et changements climatiques (Brang *et al.* 2016) ou sur la base des avis d'experts. Il s'agit ici de *Abies grandis*, *Cedrus atlantica*, *Corylus colurna*, *Fagus orientalis*, *Juglans nigra*, *Liriodendron tulipifera*, *Quercus ilex* spp., *Sorbus domestica* et *Thuja plicata*.

2.2.2 Sélection basée sur la fréquence des espèces

Dans une première étape de sélection, seules ont été retenues les EF avec part de volume sur pied ou surface terrière supérieure ou égale à 0,1 % selon IFN14b. En présence d'une valeur inférieure à 0,1% à l'échelle de la Suisse, les fréquences régionales ont de plus été considérées. Si une de ces valeurs régionales était $\geq 0,1\%$, l'EF correspondante a été conservée dans la liste. En raison du critère de fréquence, la liste des espèces s'est réduite des 8 EF *Aesculus hippocastanum*, *Alnus viridis*, *Betula pubescens*, *Juglans regia*, *Laburnum anagyroides*, *Malus sylvestris*, *Pyrus communis* et *Ulmus minor*. Cette estimation de fréquences n'a pu être réalisée que sur les 53 espèces de l'IFN. Pour les espèces exotiques ajoutées, ce critère n'a pas été retenu.

En raison des avis d'expert, l'espèce *Juglans regia*, au potentiel d'avenir par conditions environnementales sèches et chaudes et au bois très précieux (San-Miguel-Ayaz et al. 2016), a été réintégrée dans la liste des espèces. À l'inverse, *Robinia pseudoacacia*, EF classée comme invasive, a été exclue de la liste. *Pinus strobus* a été également exclu de la liste en raison de sa grande vulnérabilité aux agents pathogènes (Spellmann et al. 2015a). De plus *Ilex aquifolium* et le groupe d'espèces *Salix* sp. ont été exclus en raison de leurs petites dimensions (San-Miguel-Ayaz et al. 2016). Finalement les trois espèces de peupliers *Populus alba*, *P. canescens* et *P. nigra* ont été exclus de la liste, car ils n'ont qu'une importance moindre pour les prestations forestières et poussent surtout sur des sites humides (San-Miguel-Ayaz et al. 2016).

2.2.3 Apports des ateliers avec les représentant-e-s des cantons

Lors des ateliers ayant eu lieu en juillet et août 2017, une première sélection sous forme d'une liste d'espèces subdivisée en deux groupes a été présentée aux représentant-e-s des cantons. Le groupe A comprenait les six essences principales *Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris* et *Quercus petraea*, qui peuvent être plantées dans toutes, ou presque dans toutes les PE à l'échelle de la Suisse. Le groupe B comprenait les autres espèces, entrant en ligne de compte pour certaines écorégions et étages de végétation. Lors des ateliers, les représentant-e-s des cantons ont été prié-e-s d'estimer cette liste d'espèces puis d'en sélectionner 8. Il en est ressorti que la limitation à 8 EF était trop limitative et qu'un plus grand nombre d'espèces serait souhaitable. En outre le groupement des EF a été rejeté comme n'étant pas pertinent.

2.2.4 Sélection sur la base de la performance et des risques cultureux

Lors d'une dernière étape de sélection les critères de sélection décrits ci-dessus, qui évaluent la performance et les risques cultureux des EF, ont été appliqués. Un tableau comportant 35 EF autochtones et 10 EF exotiques a servi de base à cette étape. Il s'agissait ici d'une liste d'essences présentées aux cantons (voir annexe 1), qui fut complétée par quelques EF supplémentaires proposées par les représentant-e-s des cantons et l'équipe de projet. Ce tableau a été complété par des informations qualitatives sur chaque critère de sélection, sur la base de la littérature et des avis d'experts du côté des représentant-e-s des cantons comme de celui des scientifiques.

L'équipe de projet a évalué ensuite les EF en raison des critères de sélection de performances et de risques cultureux et a divisé la liste d'espèces en catégories ci-après:

- EF *présélectionnées*: Le WSL propose de tester ces EF à potentiel d'avenir dans des PE à design fixe.
- EF de *deuxième priorité*: Ces EF ont également un potentiel d'avenir et il n'y a pas pour elles de critères d'exclusion. Elles permettent de compléter les EF préselectionnées, au cas où plus de 11

EF pourraient être testées ou si certaines EF étaient abandonnées ultérieurement (par exemple en raison d'un manque de semences).

- EF *collinéennes*: Ces EF ne conviennent qu'aux PE des - futurs - étages collinéens⁷ (étage collinéen ou submontagnard actuel). Cette catégorie a été créée pour tester aussi d'éventuelles espèces à ces altitudes.
- EF *exclues*: Les EF qui ne sont pas retenues dans les PE à design fixe en raison de certains critères.

2.2.5 Répartition des essences par écorégions et étages de végétation

La proposition d'espèces a été complétée par une autre relative au mode de répartition des espèces par écorégions et étages de végétation. La répartition proposée se base sur la répartition actuelle des EF et sur les conditions climatiques actuelles et futures. Les EF seront de ce fait plantées au-delà de leurs aires de répartition actuelles sur des sites potentielles d'avenir, mais cependant pas dans des environnements extrêmes où tout espoir de survie paraît vain. Il est cependant important d'accepter une mortalité afin de pouvoir définir les limites écologiques des EF (ou de certaines PV). La détermination de la répartition actuelle des EF s'est basée sur le Guide d'application de l'OFEV pour la Gestion durable des forêts de protection (NaiS, Frehner *et al.* 2005/2009), sur leur présence selon l'IFN (Brändli 1998) et sur la modélisation statistique de leur adéquation au site (Zimmermann *et al.* 2014). La terminologie utilisée des écorégions et étages de végétation provient du Guide d'application NaiS avec les écorégions Jura (J), Plateau Suisse (M), Alpes externes du Nord (1), Alpes intermédiaires du Nord avec hêtre (2a), Alpes intermédiaires du Nord sans hêtre (2b), Hautes Alpes continentales (3), Alpes intermédiaires du Sud (4), Alpes externes du Sud avec épicéa (5a) et Alpes externes du Sud sans épicéa (5b) ainsi que les étages de végétation collinéen, submontagnard, montagnard inférieur, montagnard supérieur, haut-montagnard, subalpin et subalpin supérieur.

2.3 Proposition d'essences du WSL pour consultation

En raison des réflexions ci-dessus, l'équipe de projet du WSL a proposé pour le design fixe des PE un catalogue d'essences composé de 11 EF présélectionnées, 6 EF de deuxième priorité et 3 EF collinéennes (Tableau 1), qui ont été transmises pour consultation aux cantons.

Tableau 1. Proposition d'essences du WSL pour la consultation par les cantons. Pour le catalogue d'essences définitif, voir Tableau 2.

11 EF présélectionnées	6 EF de deuxième priorité	3 EF collinéennes
<i>Abies alba</i> (sapin blanc) <i>Acer pseudoplatanus</i> (érable sycomore) <i>Fagus sylvatica</i> (hêtre) <i>Larix decidua</i> (mélèze européen) <i>Picea abies</i> (épicéa) <i>Pinus sylvestris</i> (pin sylvestre) <i>Prunus avium</i> (merisier) <i>Pseudotsuga menziesii</i> (douglas) <i>Quercus petraea</i> (chêne sessile) <i>Sorbus torminalis</i> (alisier torminal) <i>Tilia cordata</i> (tilleul à petites feuilles)	<i>Acer campestre</i> (érable champêtre) <i>Acer opalus</i> (érable à feuilles d'obier) <i>Acer platanoides</i> (érable plane) <i>Fagus orientalis</i> (hêtre d'Orient) <i>Juglans regia</i> (noyer royal) <i>Quercus pubescens</i> (chêne pubescent)	<i>Cedrus atlantica</i> (cèdre de l'Atlas) <i>Corylus colurna</i> (noisetier de Byzance) <i>Quercus cerris</i> (chêne chevelu)

⁷ Cela n'exclut pas qu'un étage de végétation inférieur à l'étage collinéen pourrait être présent à l'avenir en Suisse.

Les EF proposées par le WSL recouvrent pour la majeure partie les préférences des représentant-e-s des cantons (voir annexe 1). Ainsi les 6 EF choisies le plus souvent par les représentant-e-s des cantons étaient comprises dans la catégorie des EF présélectionnées. Parmi les EF choisies par au moins quatre représentant-e-s des cantons, on compte 3 autres EF présélectionnées, 2 EF collinéennes, 4 EF de deuxième priorité et 2 EF exclues. À l'inverse, *Quercus robur* et *Castanea sativa*, qui ont également été préférées par les représentant-e-s des cantons, n'étaient pas inscrites au catalogue d'espèces proposé. À la place de *Q. robur*, l'équipe de projet du WSL a proposé *Q. petraea* en raison de ses similitudes d'amplitude écologique, mais de sa meilleure résistance à la sécheresse. En raison des nombreux problèmes phytosanitaires (San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016), *Castanea sativa* n'était pas inscrite au catalogue des EF présélectionnées. Une proposition a été soumise aux cantons conjointement à celle des essences, sur le mode de répartition des EF par écorégions et étages de végétation (voir Tableau 3).

2.4 Consultation par les cantons

2.4.1 Procédure de consultation

Une version du présent rapport a été remise aux cantons pour consultation (30/11/2017 - 31/01/2018). Les cantons ont été invités à prendre position sur les questions suivantes:

1. La procédure de choix des essences est-elle compréhensible? Qu'est-ce qui vous paraît peu clair ou insatisfaisant?
2. Le traitement spécial des EF de la catégorie « collinéenne » est-il judicieux?
3. Le catalogue d'essences proposé (catégories « présélectionnées » et « collinéenne ») est-il approuvé ou quelles sont les modifications souhaitées?
 - a. Si une ou deux des 11 EF fixes doivent être supprimées, lesquelles supprimeriez-vous, pourquoi, et dans quel ordre?
 - b. Si une ou deux EF peuvent être ajoutées aux 11 EF fixes, lesquelles ajouteriez-vous, pourquoi, et dans quel ordre?
 - c. Préférez-vous les EF de la catégorie « Deuxième priorité » par rapport aux EF de la catégorie « présélectionnées » et pourquoi?
4. Avez-vous des remarques sur le choix des écorégions et des étages de végétation dans lesquels nous souhaiterions tester les EF?
5. Avez-vous des suggestions en termes de choix des essences?

2.4.2 Résultats de la consultation

21 cantons au total ont pris position sur le choix des essences pour les PE à design fixe. La majorité des cantons ont trouvé compréhensible la procédure de choix des essences et ont approuvé le traitement spécial des EF dans la catégorie « collinéenne ». Deux retours d'information ont souligné que les EF « collinéennes » pouvaient être aussi testées aux étages de végétation supérieurs, ce qui est de toute façon prévu.

Le choix des essences du WSL a été différemment bien accueilli (voir Annexe 2). Neuf des 21 cantons ont approuvé en général le catalogue d'espèces proposé, alors que deux cantons ont émis beaucoup de réserves. Les autres cantons ne se sont généralement pas exprimés sur le choix des espèces, mais ont répondu aux questions subsidiaires sur la suppression, le complément et la permutation de chaque essence (questions 3a - 3c):

Suppressions: Le plus souvent, il a été proposé de supprimer *Prunus avium* et *Sorbus torminalis* de la liste des EF présélectionnées (Annexe 2). Aussi fréquemment *Picea abies* et *Pinus sylvestris* ont été parmi les recalées. Les raisons majeures de l'élimination de *P. avium* résidaient dans son fort besoin de lumière et sa faible capacité concurrentielle, ce qui nécessiterait des soins intensifs. *S. torminalis* a été éliminée en raison de sa faible hauteur dominante, de sa faible longévité et de sa vulnérabilité au feu bactérien ainsi qu'aux maladies cryptogamiques en cas de forte humidité de l'air. *P. abies* a été éliminée car elle est déjà très bien étudiée et, surtout à basse altitude, n'est plus considérée comme étant une essence d'avenir en raison de sa vulnérabilité aux agents pathogènes et au risque de chablis. *P. sylvestris* a été éliminée en particulier à cause de sa vulnérabilité aux agents pathogènes et de son risque de bris sous le poids de la neige.

Compléments: *Acer platanoides* et *Juglans regia* ont été le plus fréquemment citées pour compléter la liste des EF fixes par les EF de 2^e priorité. *A. platanoides* a été proposée en complément, car cette espèce serait très résistante à la sécheresse, mais aurait cependant une vaste amplitude écologique et sera déjà présente à l'étage montagnard supérieur. D'autres raisons mentionnent sa forte croissance et son bois précieux. *Juglans regia* a été choisie en raison de son bois précieux et de sa faible vulnérabilité à l'abrouissement. Dans la catégorie des EF de 2^e priorité, *Acer opalus* et *Fagus orientalis* ont été souvent proposées en raison de leur résistance à la chaleur et à la sécheresse ainsi que pour leur potentiel de production de bois. Par ailleurs, *Quercus robur* qui n'était pas incluse dans la proposition de choix des essences a été fréquemment souhaitée en raison de sa grande importance économique et écologique. En plus, avec sa grande amplitude écologique, elle offre un précieux substitut à diverses essences à basse et haute altitude.

Échange: À la question de savoir quelles EF de 2^e priorité devraient être échangées contre des EF présélectionnées, priorité a été donnée aux mêmes EF que précédemment pour les éliminations et les compléments. *A. opalus* a constitué la seule exception, qui a été un peu plus souvent choisie en raison de sa résistance à la chaleur et à la sécheresse ainsi que de son potentiel à produire du bois de qualité.

Pour le choix des régions et étages de végétation, les représentant-e-s des cantons ont suggéré en général de tester les EF dans la plus large fourchette possible d'étages de végétation et pour la répartition des EF d'aller, ainsi que proposé, jusqu'à un à deux étages de végétation au-dessus de leur aire de répartition actuelle. Quelques retours d'information ont concerné aussi les écorégions; ainsi il a été par exemple proposé de planter *Acer pseudoplatanus* dans toutes les écorégions, y compris les hautes Alpes continentales. Nous avons pris connaissance des nombreux commentaires détaillés et en avons tenu compte autant que possible.

2.5 Adaptations du catalogue d'essences

Sur la base de la consultation, le catalogue d'essences a été révisé et divisé en deux nouvelles catégories:

- *Catalogue principal:* Le catalogue précédent des EF présélectionnées est désigné à présent comme catalogue principal. Ces EF forment la composante centrale des PE à design fixe et seront testées profondément, ce qui permettra des évaluations statistiques pertinentes. Par principe chacune de ces EF doit être testée au minimum dans 35 PE.
- *Catalogue complémentaire:* Le catalogue antérieur des EF collinéennes est complété par quelques EF des catalogues antérieurs d'EF de 2^e priorité et d'EF présélectionnées et est désigné à présent comme catalogue complémentaire. Ces EF sont testées dans un petit nombre de PE, à savoir 15 PE

par EF. Ainsi ces EF peuvent être plantées également, mais en quantités moindres, à différents étages de végétation et écorégions. Le nombre restreint de PE pour les EF du catalogue complémentaire conduit cependant à des résultats statistiques moins pertinents que pour les EF du catalogue principal.

La proposition originale d'essences du WSL (Tableau 1) a subi quelques adaptations en raison des résultats de la consultation. Les EF éliminées plusieurs fois *Prunus avium* et *Sorbus torminalis* ont été supprimées du catalogue principal. Pour *S. torminalis*, en plus des réserves des cantons à son encontre, les difficultés de culture ont été déterminantes (communication orale Anton Burkart, WSL). Quoique *Picea abies*, *Pinus sylvestris* et *Larix decidua* aient été éliminées par quelques cantons, ces essences ont été conservées dans le catalogue principal, car elles offrent un grand potentiel de prestations forestières futures dans des parties importantes de leur aire de répartition, telle *P. abies* dans les étages supérieures. *Larix decidua* représente ici un cas particulier, une plantation à un ou deux étages de végétation n'étant pas possible, car elle est déjà présente jusqu'à l'étage subalpin supérieur. Mais pour les prestations forestières, *L. decidua* est si importante (production de bois, protection contre les risques naturels, paysage) qu'elle a été conservée dans le catalogue principal. En outre les PE doivent également fournir des résultats sur l'adéquation des provenances de mélèzes. Ainsi le catalogue principal comprend 9 EF. Le nouveau catalogue complémentaire comprend les trois EF collinéennes de la proposition précédente ainsi que *Acer platanooides*, *A. opalus*, *Juglans regia* (EF antérieure de 2^e priorité), *Prunus avium* et *Sorbus torminalis* (EF antérieurement présélectionnées), ainsi que *Quercus robur* nouvellement ajoutée. Ont été totalement éliminées *Fagus orientalis* en raison de son invasivité potentielle ainsi que *Quercus pubescens* et *Acer campestre*, en raison de leur ressemblance à d'autres espèces de leur genres déjà présents dans le catalogue d'essences. Cependant, ces EF peuvent être testées dans le design flexible des PE.

3 Catalogue d'essences révisé et répartition des essences par écorégions et étages de végétation

Le catalogue d'essences révisé pour le design fixe des PE comprend à présent un catalogue principal de 9 EF, qui doivent être soumises à des tests exhaustifs, et un catalogue complémentaire de 9 autres EF, qui doivent être testées sur une quantité moindre de PE (Tableau 2). Il se peut qu'il faille encore procéder à des adaptations mineures dans ces catalogues, en raison de la disponibilité des semences et plantes ainsi que du nombre et de la taille des placettes disponibles. Selon l'appréciation actuelle, une PE avec zone tampon et 8 EF et 4 PV par EF à basse altitude requiert environ 1,15 ha et à haute altitude environ 0,40 ha (pour 10 EF 1,32 ha ou 0,45 ha à basse ou haute altitude).

Tableau 2. Catalogue définitif d'essences pour les PE à design fixe.

Catalogue principal de 9 EF	Catalogue complémentaire de 9 EF
<i>Abies alba</i> (sapin blanc)	<i>Acer opalus</i> (érable à feuilles d'obier)
<i>Acer pseudoplatanus</i> (érable sycomore)	<i>Acer platanoides</i> (érable plane)
<i>Fagus sylvatica</i> (hêtre)	<i>Cedrus atlantica</i> (cèdre de l'Atlas)
<i>Larix decidua</i> (mélèze européen)	<i>Corylus colurna</i> (noisetier de Byzance)
<i>Picea abies</i> (épicéa)	<i>Juglans regia</i> (noyer royal)
<i>Pinus sylvestris</i> (pin sylvestre)	<i>Prunus avium</i> (merisier)
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (douglas)	<i>Quercus cerris</i> (chêne chevelu)
<i>Quercus petraea</i> (chêne sessile)	<i>Quercus robur</i> (chêne pédonculé)
<i>Tilia cordata</i> (tilleul à petites feuilles)	<i>Sorbus torminalis</i> (alisier torminal)

Le catalogue principal comprend les 7 essences principales (selon l'IFN, Abegg *et al.* 2014) *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris* et *Quercus petraea*, qui se distinguent toutes par une grande amplitude écologique et présentent un fort potentiel de production de bois. *Quercus petraea* est proposée car elle présente une grande amplitude écologique semblable à celle de *Q. robur* mais est plus résistante à la sécheresse (San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016). Parmi les essences d'érables considérées, *Acer pseudoplatanus* présente ici la plus grande amplitude écologique et le meilleur potentiel de prestations forestières, tant en production de bois que pour la protection contre les risques naturels (Gonin *et al.* 2013; San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016).

De plus, le catalogue principal comprend « l'essence accessoire » *Tilia cordata*, dont on peut présumer qu'elle fournira à l'avenir d'importantes prestations forestières. *T. cordata* a été choisie en raison de son fort potentiel de production de bois. En outre, elle présente une plus grande amplitude écologique et est moins thermophile que *T. platyphyllos* (Barengo *et al.* 2001). Le catalogue principal comprend également *Pseudotsuga menziesii*, qui fut introduite au XIX^e siècle d'Amérique du Nord. Elle présente une grande amplitude écologique et se distingue en particulier par sa rapidité de croissance et ses très grandes dimensions, son bois précieux et sa résistance à la sécheresse (Lévesque *et al.* 2014; Spellmann *et al.* 2015b; San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016).

Le catalogue complémentaire comprend ensuite les 6 EF autochtones *Acer opalus*, *A. platanoides*, *Juglans regia*, *Prunus avium*, *Sorbus torminalis* et *Quercus robur*. *Acer platanoides* est plus résistante à la sécheresse que *A. pseudoplatanus*. L'amplitude écologique de cette espèce est également large (Gonin *et al.* 2013). *Acer opalus* est une espèce d'érable très thermophile et résistante à la sécheresse (Gonin *et al.* 2013), sur laquelle on dispose encore de peu de connaissances en Suisse. *Juglans regia* se distingue par sa croissance rapide, sa résistance à la sécheresse et son bois précieux (Barengo *et al.* 2001); l'espèce a néanmoins de fortes exigences pédologiques et craint les gelées tardives (San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016). *Prunus avium* et *Sorbus torminalis* se distinguent particulièrement par leur bois précieux, leur croissance rapide et leur résistance à la sécheresse (San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016). *Sorbus torminalis* a été préférée à d'autres espèces de *Sorbus*, car sa croissance est plus rapide et elle peut atteindre des dimensions supérieures à *S. aria* et *S. aucuparia* (San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016), et également parce qu'elle a un meilleur rajeunissement que *S. domestica* (Kausch-Blecken von Schmeling 1989; Barengo *et al.* 2001). *Quercus robur* est une essence principale à très grande amplitude écologique, mais n'a été inscrite qu'au catalogue complémentaire en raison de ses similitudes avec *Q. petraea* en termes de prestations forestières et de sa moindre résistance à la sécheresse (Cochard *et al.* 1992; San-Miguel-Ayanz *et al.* 2016).

En outre, le catalogue complémentaire comprend les 3 EF exotiques *Cedrus atlantica*, *Corylus colurna* et *Quercus cerris*, qui pourraient convenir au futur climat suisse, sur des sites secs et chauds. *Cedrus atlantica* a été introduite dans le sud de la France depuis l'Afrique du Nord vers 1860. Cette EF présente un grand potentiel de production de bois en climat sec et chaud. Elle est très résistante à la sécheresse et à croissance rapide et se distingue par un bois précieux, mais présente un risque élevé de bris sous le poids de la neige (Courbet *et al.* 2012). *Corylus colurna* est très résistante à la sécheresse, thermophile et également relativement résistant au gel tardif, en plus d'avoir un grand potentiel de production de bois (Roloff *et al.* 2017). *Quercus cerris* a son aire de répartition principale en Méditerranée orientale, et est quelquefois présente au Sud du Tessin et en Valais (Brändli 1998). Elle est très résistante à la sécheresse et à croissance rapide, mais son bois est de mauvaise qualité et utilisée surtout comme bois-énergie (Roloff *et al.* 2017).

Les 9 EF du catalogue principal doivent être plantées selon leur amplitude écologique dans différentes écorégions et à différents étages de végétation. Une de ces EF à large amplitude écologique, à savoir *Abies alba*, sera plantée dans toutes les PE (Tableau 3). Ceci permet entre autres d'avoir des résultats sur les autres espèces par rapport à cette EF et donc de pouvoir au moins indirectement les comparer.

Les autres EF du catalogue principal sont de plus testées à leur altitude actuelle ainsi qu'à un ou deux étages de végétation supérieurs. En outre, les EF doivent être plantées au-delà de leur aire de répartition régionale actuelle, pour pouvoir mieux définir leurs limites écologiques (par exemple *Fagus sylvatica* dans la zone continentale). Les 9 EF du catalogue complémentaire seront aussi réparties en fonction de leur amplitude écologique par écorégions et étages de végétation et si possible plantées au-delà de leur aire de répartition actuelle, à l'exception de *Quercus cerris* et *Cedrus atlantica*, qui ne sont testées que dans les étages collinéen et submontagnard. Les EF qui ne prospèrent que sur le calcaire ou sur sol acide, sont portées en conséquence dans le Tableau 3 dans la colonne pH du sol. Le WSL vérifiera la répartition des EF à l'aide de la modélisation des étages de végétation puis établira pour chaque PE une liste des essences, dès que le nombre et la taille des placettes disponibles seront connus.

Tableau 3. Répartition des EF par écorégions et étages de végétation.

Essence forestière	Etages de végétation dans lesquels une EF doit être plantée						Ecorégions dans lesquelles une EF doit être plantée										pH du sol	
	collinéen	submontagnard	montagnard inférieur	montagnard supérieur	haut-montagnard	subalpin	subalpin supérieur	J	M	1	2a	2b	3	4	5a	5b	K	S
Catalogue principal																		
<i>Abies alba</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	x	x	x	x	x	x	(x)	x	x	x	x	x		x	x	x		
<i>Fagus sylvatica</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Larix decidua</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Picea abies</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Pinus sylvestris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Pseudotsuga menziesii</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		S
<i>Quercus petraea</i>	x	x	x	x	x	(x)		x	x	x	x	x	(x)	x	x	x		
<i>Tilia cordata</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Catalogue complémentaire																		
<i>Acer opalus</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x						K
<i>Acer platanoides</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		K
<i>Cedrus atlantica</i>	x	x						x	x		x	x				x		
<i>Corylus colurna</i>	x	x	x	(x)	(x)			x	x		x	x				x		
<i>Juglans regia</i>	x	x	x	x	(x)			x	x	x	x			x	x	x		K
<i>Prunus avium</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		K
<i>Quercus cerris</i>	x	x						x	x		x	x				x		
<i>Quercus robur</i>	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Sorbus torminalis</i>	x	x	x	x	x			x	x	x	x							

Les croix « x » désignent l'affectation des essences dans les écorégions (Jura (J), Plateau Suisse (M), Alpes externes du Nord (1), Alpes intermédiaires du Nord avec hêtre (2a), Alpes intermédiaires du Nord sans hêtre (2b), Hautes Alpes continentales (3), Alpes intermédiaires du Sud (4), Alpes externes du Sud avec épicéa (5a) et Alpes externes du Sud sans épicéa (5b)) et dans les étages de végétation correspondants selon NaiS (Frehner *et al.* 2005/2009). Les étages de végétation se réfèrent au climat actuel. Les croix entre parenthèses « (x) » désignent les attributions à vérifier individuellement. Les valeurs dans la colonne pH du sol signifient que les EF ne seront testées que sur des sols calcaires (K) ou acides (S). **Le texte en rouge** caractérise les compléments réalisés suite à la consultation. **Le texte en bleu** caractérise les EF qui ont été déplacées du catalogue antérieur des EF présélectionnées au catalogue complémentaire suite à la consultation.

4 Bilan et perspectives

La définition du catalogue des essences pour les PE à design fixe a suivi un long processus, depuis la définition des critères de sélection jusqu'aux retours des cantons, en passant par la proposition d'essences que le WSL a transmise aux cantons pour consultation et qui ont mené à la refonte du catalogue des essences. Notre proposition d'EF à design fixe prévoit un nouveau catalogue principal de 9 EF, qui seront testées dans au moins 35 PE, et un catalogue complémentaire de 9 autres essences qui ne seront testées que dans 15 PE environ. Ceci représente dans l'ensemble une extension de l'expérimentation, car nous partions à l'origine sur 11 à 12 EF présélectionnées et 3 EF collinéennes. Le nombre total nécessaire de PE s'élève ainsi, passant de quelque 50 à 60 environ, et la superficie des PE doit être plus grande surtout à basse altitude, afin que les EF du catalogue complémentaire aient de la place. Ainsi le souhait des représentant-e-s des cantons, de tester la palette d'essences la plus large possible sera pris en compte; savoir si ceci est réalisable dépend des placettes mises à disposition par les cantons. Il est prévisible que l'intérêt des acteurs ne soit pas le même pour toutes les EF du catalogue d'espèces. Mais nous espérons que le bénéfice que l'ensemble du réseau pourrait apporter, motivera les cantons, les forestiers et les propriétaires forestiers.

Dans une étape suivante, le WSL développera une proposition de répartition des EF sur les placettes, sur la base des placettes déclarées par les cantons. Cette proposition devra garantir que le gradient environnemental à tester pour chaque EF soit le mieux couvert possible. De plus, le WSL identifiera les PV adéquates (un rapport séparé sur la procédure à suivre lors du choix des PV est en cours d'élaboration) et coordonnera l'approvisionnement en semences et plants pour les PE à design fixe avec les pépinières. Après une phase de culture de 2 à 4 ans pour chaque EF, les plantes seront plantées dans chaque PE. Il est prévu de créer les PE sur les années 2020 à 2022.

La motivation à démarrer le projet « Plantations expérimentales d'essences d'avenir » est forte chez nombre de participants. La réussite du projet dépend encore du succès du financement par le concept de la RPT. Nous souhaitons remercier ici vivement les représentant-e-s des cantons et les autres partenaires du projet pour les précieux retours d'information sur le catalogue d'essences et sur le projet dans son ensemble.

5 Bibliographie

- Abegg, M., Brändli, U.-B., Cioldi, F., Fischer, C., Herold-Bonardi, A., Huber M., Keller, M., Meile, R., Rösler, E., Speich, S., Traub, B. & Vidondo B. (2014) Quatrième inventaire forestier national suisse - tableaux et cartes des résultats de l'IFN 2009-2013 disponibles sur internet (IFN4b). *Website* <https://www.lfi.ch/resultate> [publiée en ligne: 06.11.2014]. Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf.
- Barengo, N., Rudow A. & Schwab P. (2001) *Förderung seltener Baumarten auf der Schweizer Alpennordseite* Merkblätter ETHZ/BUWAL. *Website* <http://www.wm.ethz.ch/seba-genressourcen/seba/download.html> [dernier accès en ligne: 16.03.2018]. Bundesamt für Umwelt BUWAL, Bern, & ETH Zürich, Zürich.
- Brändli, U.-B. (1998) Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983-85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. *Berichte der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*, 342 p.
- Brang, P., Pluess, A.R., Bürgi, A. & Born, J. (2016). Potentiel des essences exotiques dans le contexte de l'adaptation aux changements climatiques. *Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation*. (Réd. A.R. Pluess, S. Augustin & P. Brang) pp. 391-411. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne, & Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf.
- Cochard, H., Bréda, N., Granier, A., & Aussenac, G. (1992). Vulnerability to air embolism of three European oak species. *Annals of Forest Science*, 49, pp. 225-233.
- Courbet, F., Lagacherie, M., Marty, P., Ladier, J., Ripert, C., Amandier, L., Paillassa, E. & Guillemot, J. (2012) Le cèdre en France face au changement climatique: un projet pour un bilan et un transfert des connaissances. *Forêt-Entreprise*, 204, pp. 41-45.
- Gonin, P., Larrieu, L., Coello, J., Marty, P., Lestrade, M., Becquey, J. & Claessens H. (2013) Autecology of broadleaved species. *Project Pirinoble: Valuable broadleaves for restoring and enhancing economic development of rural areas. Work package A: Improved knowledge of the ecology and adaptation of valuable broadleaved species. Website* <http://www.pirinoble.eu/en/publi.htm> [dernier accès en ligne: 16.03.2018].
- Frehner, M., Wasser, B. & Schwitter, R. (2005/2009) *Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats: instructions pratiques*. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. *Website* https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wald-holz/uv-umwelt-vollzug/nachhaltigkeit_undefolgskontrolleimschutzwald2005.pdf.download.pdf/gestion_durable_desforetsdeprotection2005.pdf [dernier accès en ligne: 16.04.2018].
- Kausch-Becken von Schmeling, W. (1989) *Merkblatt Speierling 1989: Sorbus domestica*. Fachhochschule Hildesheim/Holzminden, Göttingen.
- Lévesque, M., Rigling, A., Bugmann, H., Weber, P. & Brang, P. (2014) Growth response of five co-occurring conifers to drought across a wide climatic gradient in Central Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 197, pp. 1-12.
- Nykänen, M.-L., Peltola, H., Quine, C., Kellomäki, S. & Broadgate, M. (1997) Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. *Silva Fennica*, 31, pp. 193-213.
- Pluess, A. R., Augustin, S. & Brang, P. (2016). Messages et recommandations concernant la forêt dans le contexte des changements climatiques. *Forêts et changements climatiques. Éléments pour des stratégies d'adaptation*. (Réd. A.R. Pluess, S. Augustin & P. Brang) pp. 427-444. B Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne, & Institut fédéral de recherches WSL, Birmensdorf.
- Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U. M., & Stimm, B. (2017): *Enzyklopädie der Holzgewächse – Handbuch und Atlas der Dendrologie*. Begründet von Peter Schütt. Loseblattausgabe in Ordnern, 1994–, Wiley-VCH, Weinheim. *Website* onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527678518 [dernier accès en ligne: 16.03.2018].
- San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T. & Mauri, A. (eds) (2016). *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg. *Website* <https://w3id.org/mtv/FISE-Comm/v01/e01aa69> [dernier accès en ligne: 16.03.2018].
- Schwarz, F., Marendaz Guignet, E., Romang, H., Göttin, T., Hitzfeld, B., Manser, R., Pearson Perret, S. & Sollberger K. (eds) (2016) *Stratégie de la Suisse relative aux espèces exotiques envahissantes*. Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne. *Website* https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/biodiversitaet/fachinfo-daten/strategie_der_schweizuinvasiven_gebietsfremdenarten.pdf.download.pdf/strategie_de_la_suisserelativeauxspecesexotiquesenvahissantes.pdf [dernier accès en ligne: 16.04.2018].
- Spellmann, H., Quitt, S., Klemmt, H.-J. & Häger, U. (2015a) Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.). *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung* (eds T. Vor, H. Spellmann, A. Bolte & C. Ammer), pp. 127-139. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen.
- Spellmann, H., Weller, A., Brang, P., Michiels, H.-G. & Bolte, A. (2015b) Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung* (eds T. Vor, H. Spellmann, A. Bolte & C. Ammer), pp. 187-217. Universitätsverlag Göttingen, Göttingen.
- Zimmermann, N.E., Normand, S. & Psomas, A. (2014). Appendix S1 Portfolio of Central European Tree Species. *PorTree Final Report – A project funded by the BAFU-WSL program on "Forests and Climate Change" in Switzerland* (eds N.E. Zimmermann, S. Normand & A. Psomas), WSL, Birmensdorf. *Website* https://www.wsl.ch/lud/portree/_docs/PorTree_Appendix_S1.pdf [dernier accès en ligne: 16.03.2018].

Annexe 1: Préférences des essences des représentant-e-s des cantons (juillet 2017)

Essences forestières	Choix des EF en atelier de la Suisse Allemande (13 participants, 8 votes)	Choix des EF en atelier des régions montagneuses (2 participants, 8 votes)	Choix des EF en atelier de la Suisse Romande (4 participants, 8 votes)	Choix des EF totale de tous les ateliers
EF autochtones en Suisse				
<i>Quercus petraea</i>	9	2	3	14
<i>Abies alba</i>	5	2	3	10
<i>Tilia cordata</i>	7	1	2	10
<i>Larix decidua</i>	4	1	4	9
<i>Fagus sylvatica</i>	6	2		8
<i>Quercus pubescens</i>	5	1	1	7
<i>Acer campestre</i>	7			7
<i>Pinus sylvestris</i>	4	1		5
<i>Prunus avium</i>	2		3	5
<i>Picea abies</i>	1	2	1	4
<i>Castanea sativa</i>	3	1		4
<i>Quercus robur</i>	3		1	4
<i>Acer platanoides</i>	2	1	1	4
<i>Juglans regia</i>	2		2	4
<i>Quercus cerris</i>	3		1	4
<i>Carpinus betulus</i>	3			3
<i>Ulmus glabra</i>	3			3
<i>Ostrya carpinifolia</i>	3			3
<i>Acer opalus</i>	1		2	3
<i>Sorbus torminalis</i>	3			3
<i>Sorbus aria</i>	2			2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1			1
<i>Pinus cembra</i>	1			1
<i>Fraxinus ornus</i>	1			1
<i>Betula pendula</i>			1	1
<i>Fraxinus excelsior</i>				
<i>Alnus incana</i>				
<i>Alnus glutinosa</i>				
<i>Populus tremula</i>				
<i>Sorbus aucuparia</i>				
<i>Prunus padus</i>				
EF exotiques				
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	10	2	4	16
<i>Cedrus atlantica</i>	4		1	5
<i>Abies grandis</i>	3			3
<i>Quercus ilex spp.</i>	1			1
<i>Pinus nigra</i>				

Annexe 2: Résultats des consultations du choix des essences (février 2018)

Résultats des consultations du choix des essences	Nombre d'EF éliminées	Nombre d'EF ajoutées	Nombre d'EF permutées	Justifications en abrégé des représentant-e-s des cantons (en allemand)
11 EF présélectionnées				
<i>Abies alba</i>	0		0	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0		0	
<i>Fagus sylvatica</i>	3		3	gut erforscht, nicht trockenheitsresistent (abgewählt durch Jura-/Mittellandkantone)
<i>Larix decidua</i>	4		2	gut erforscht, Pionierbaumart, kommt natürlicherweise bereits in fast allen Höhenstufen vor
<i>Picea abies</i>	6		5	gut erforscht, phytosanitäre Risiken, windwurfgefährdet (abgewählt v.a. durch Mittelland- und Jurakantone)
<i>Pinus sylvestris</i>	4		3	phytosanitäre Risiken, schneebruchgefährdet, gut erforscht (abgewählt v.a. durch Mittelland- und Jurakantone)
<i>Prunus avium</i>	7		4	windwurfgefährdet, konkurrenzschwache, kurzlebige Lichtbaumart
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1		1	
<i>Quercus petraea</i>	1		0	
<i>Sorbus torminalis</i>	5		3	pathogenanfällig (bei hoher Luftfeuchtigkeit), geringe Oberhöhe, kurzlebig, nur in wenigen Regionen und tiefen Lagen sinnvoll
<i>Tilia cordata</i>	1		1	
6 EF de deuxième priorité				
<i>Acer campestre</i>		2	2	unterschätzte Wachstumseigenschaften, sehr breite ökologische Amplitude, BA resistent und frosthart, konkurrenzstark
<i>Acer opalus</i>		2	5	gute Holzqualität, wenig erforscht, wärme- und trockenheitsresistent
<i>Acer platanoides</i>		6	6	sehr breite Amplitude, flächig verbreitet, starkes Wachstum, wertvolles Holz, wenig erforscht, BA resistent und frosthart, konkurrenzstark
<i>Fagus orientalis</i>		4	3	trockenheitsresistenter als <i>F. sylvatica</i> , konkurrenzstark, Potenzial für Holzproduktion
<i>Juglans regia</i>		3	4	wenig erforscht, verbissunanfällig, Wachstum auch auf schlechteren Standorten möglich
<i>Quercus pubescens</i>		1	1	wärme- und trockenheitsresistent
3 EF collinéennes				
<i>Cedrus atlantica</i> (Atlas-Zeder)	0			
<i>Corylus colurna</i> (Baumhasel)	0			
<i>Quercus cerris</i> (Zerreiche)	0			
15 nouvelles EF mentionnées				
<i>Abies grandis</i>		2		Potenzial für Waldleistungen (Produktion, Schutz)
<i>Betula pendula</i>		1		Anspruchslos bezgl. Wasserhaushalt und Nährstoffversorgung, tolerant gegenüber abiotischen Gefährdungen, Potenzial für Waldleistungen
<i>Carpinus betulus</i>		2		wenig erforscht, gute Holzqualität
<i>Castanea sativa</i>		2		sehr grosses Potenzial für Waldleistungen, potentielle Gegenmassnahmen bez. Pathogenität (Hypovirulenz)
<i>Fraxinus excelsior</i>		2		Hauptbaumart, grosse ökol. Amplitude, Standfestigkeit, Holzproduktion, Hoffnung auf zukünftige Gegenmassnahmen bez. Eschenwelke
<i>Fraxinus ornus</i>		2		wenig erforscht
<i>Larix laricina/occidentalis</i>		1		wenig erforscht
<i>Liriodendron tulipifera</i>		1		Potenzial für Waldleistungen
<i>Ostrya carpinifolia</i>		2		wenig erforscht
<i>Quercus robur</i>		5		Hauptbaumart, grosse ökol. Amplitude, grosse wirtschaftliche Bedeutung (Vorrat), wünschenswerter Ersatz für verschiedene BA, interessiert am Unterschied <i>Q. petraea</i> - <i>Q. robur</i>
<i>Taxus baccata</i>		1		sehr schattentolerant und trockenheitsresistent, grosses Potenzial im Schutzwald
<i>Thuja sp.</i>		1		bonne capacité de production de bois de qualité; mais comportement de l'essence sur les stations et étages altitudinaux mal connu
<i>Tilia platyphyllos</i>		1		interessiert am Unterschied zw. <i>T. cordata</i> und <i>T. platyphyllos</i> , trockenheitsresistent
<i>Tsuga sp.</i>		1		wenig erforscht
<i>Ulmus glabra</i>		2		Hoffnung auf zukünftige Gegenmassnahmen bez. phytosanitären Problemen, Standfestigkeit, Holzproduktion

Les EF sont classées selon les anciennes catégories EF présélectionnée, EF de deuxième priorité et EF collinéennes. La catégorie « nouvelle EF mentionnée » contient les EF que les représentant-e-s des cantons ont mentionnées en plus lors de la consultation. Les colonnes comprennent le nombre d'EF éliminées à la consultation (Question 3a), ajoutées (Question 3b) et permutées (Question 3c), ainsi que les justifications en abrégé des représentant-e-s des cantons. Dans les colonnes des EF à éliminer ou à ajouter, 1 à 2 EF devraient être indiquées par canton. Il y a eu cependant quelques mentions multiples (à savoir, les cantons ont choisi plus de 2 EF par catégorie), qui sont contenues de même dans ce tableau.