



CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS

Département des transports, de l'équipement et de l'environnement
Service des forêts et du paysage

Departement für Verkehr, Bau und Umwelt
Dienststelle für Wald und Landschaft

Forêts valaisannes et changements climatiques



Forêts valaisannes et changements climatiques

Auteur

Roland Métral, ingénieur forestier,
Service des forêts et du paysage (SFP)

Editeur

Service des forêts et du paysage (SFP),
Bâtiment Mutua, CP 478, 1951 Sion

www.vs.ch/sfp

Le SFP est un Service du Département des
Transports, Equipement et Environnement
(DTEE)

2015

Forêts valaisannes et changements climatiques

Table des matières

1	Introduction.....	5
2	Etat des connaissances sur les changements climatiques	5
2.1	Températures	5
2.2	Précipitations	5
2.3	Extrêmes (accidents) climatiques.....	5
2.4	Concentration de CO ₂	5
2.5	Pollution et pluies acides	5
3	Conséquences des changements climatiques pour la forêt.....	6
3.1	Température et pluviosité	6
3.2	Extrêmes / accidents climatiques	7
3.3	Concentration de CO ₂	9
3.4	Pollution et pluies acides	9
3.5	Organismes nuisibles et néophytes.....	9
3.6	Incendies de forêt	10
3.7	Les fonctions de la forêt	11
4	Etat des connaissances, sur le comportement des essences envers les changements climatiques	12
4.1	Résistance, plasticité des essences.....	12
4.2	Génétique	12
4.3	Répartition des essences en l'an 2100 (modélisation).....	13
4.4	Influence du climat forestier.....	13
5	Interventions sylvicoles.....	14
5.1	Essences résistantes et peuplements résilients.....	14
5.2	Hauteur et densité des peuplements.....	15
5.3	Planter – rajeunir – équilibre forêt-faune	15
5.4	Lutte contre les organismes nuisibles et les néophytes	15
5.5	Prévention et lutte contre les incendies de forêts.....	16
5.5.1	Risque incendie à court terme	16
5.5.2	Risque incendie à long terme.....	16
6	Hotspots au niveau de la recherche	18
6.1	Modélisation, scénario.....	18
6.2	Répartition géographique et climatique des essences.....	18
6.3	Comportement des essences en milieu forestier	18
6.4	Equilibre forêt – faune	18
6.5	Souches résistantes au sein d'une même essence (génétique).....	19
6.6	Introduction de plants exotiques résistants	19
6.7	Evolution du sol forestier	20
6.8	Suivi à long terme après interventions	20
7	Conclusion	20

Photo page de couverture : Forêt de Rischwald, commune de Bitsch

1 Introduction

Dès les années 90 (1990), plusieurs scientifiques ont mis en évidence l'effet de serre et ses conséquences sur le réchauffement climatique. Les prévisions d'alors fondées sur des modèles et annonçant une hausse des températures au 21^{ème} siècle se sont avérées. Jamais la planète ne semble s'être réchauffée aussi vite. Quid de l'effet de ces changements sur la forêt valaisanne ? Est-elle menacée par endroit, va-t-elle mieux se développer dans d'autres ? Des tendances différentes ont été constatées ; prises séparément, elles peuvent sembler anodines. C'est plutôt leur cumul qui peut déclencher diverses réactions en chaîne dont les conséquences peuvent menacer certaines forêts déjà sensibles et situées sur les versants valaisans fortement ensoleillés. Le présent rapport est le fruit d'une consultation de divers ouvrages, publications, articles, etc. sur les changements climatiques et leurs conséquences plus ou moins prévisibles sur l'évolution de la forêt valaisanne.

2 Etat des connaissances sur les changements climatiques

2.1 Températures

En moyenne, pour la Suisse, la hausse des températures annuelles entre 1960 et 2010 était prévue dans une fourchette variant entre 1.0° à 1.5°C. Les mesures actuelles nous indiquent que l'on est plutôt proche des 1.5°C. Les prévisions pour ce siècle varient entre 3.5° et 5°C par rapport à 1960. La hausse constatée est plus forte en été (+2°C) qu'en hiver (+1°C).

2.2 Précipitations

En moyenne annuelle, la pluviosité en Suisse devrait peu varier. Par contre, il a été constaté une légère **augmentation en hiver** et une **diminution en été**. Une autre tendance qui rend difficile les prévisions vient du fait que l'on constate une augmentation de la pluviosité en Scandinavie et une baisse dans le bassin méditerranéen. La Suisse se trouve entre ces deux tendances. Ainsi le Valais Central et le Haut-Valais devraient plutôt subir une baisse alors que le Bas Valais bénéficierait quant à lui d'une légère hausse des précipitations.

2.3 Extrêmes (accidents) climatiques

Les extrêmes climatiques devraient augmenter. D'où une recrudescence probable des périodes de canicule, de longue sécheresse, de forte pluie et d'ouragan. **Les conditions extrêmes des étés 2003 et 2015**, où la Suisse a subi à la fois des températures élevées et une longue période de sécheresse, devraient devenir habituelles dès 2050.

2.4 Concentration de CO₂

En plus d'être à l'origine, selon les spécialistes, de l'effet de serre lié au réchauffement de la planète, une légère augmentation du CO₂ a un effet bénéfique sur la croissance des racines fines des arbres, pour autant qu'ils bénéficient de conditions climatiques favorables.

2.5 Pollution et pluies acides

La forêt joue un rôle de filtre important pour l'air. Ainsi, les concentrations de soufre, de métaux lourds, etc. augmentent régulièrement en forêt. Ces particules, fixées au feuillage, tombent au sol lors des précipitations et elles pénètrent ensuite dans le sol forestier.

La capacité d'absorption de poussières par la forêt varie entre 15 et 30 to ha/an.

3 Conséquences des changements climatiques pour la forêt

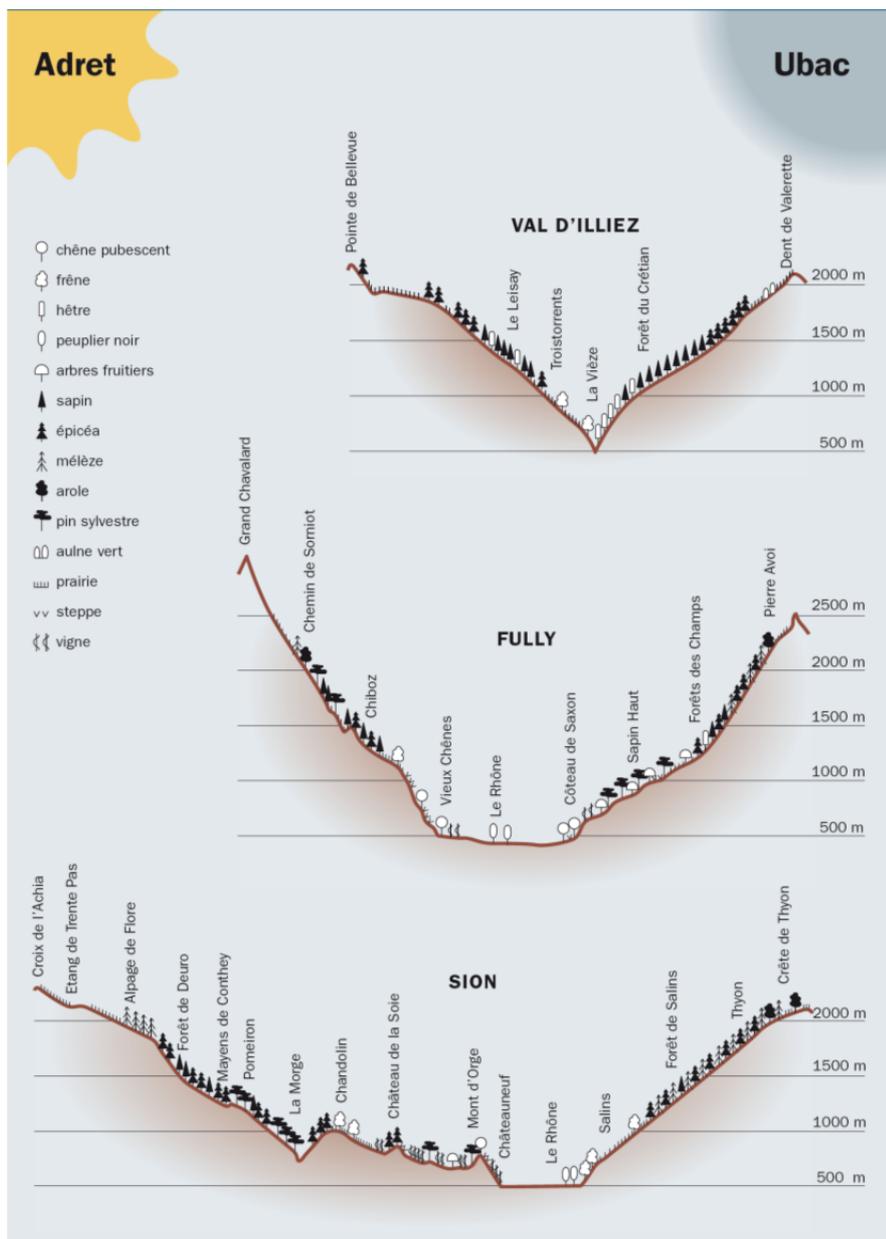
3.1 Température et pluviosité

Durant la période de végétation (été), une hausse des températures et une baisse des précipitations augmentent le stress hydrique de l'arbre. En effet, l'arbre devra plus transpirer pour abaisser sa température interne. Il aura ainsi besoin de prélever plus d'eau dans le sol. Avec la baisse des précipitations en été, le sol aura moins d'eau à disposition des racines de l'arbre. Cela se traduira par une baisse de production de l'arbre, voire un assèchement partiel ou total de sa couronne ce qui peut entraîner la mort de l'arbre.

Les périodes de gel seront plus courtes et moins intenses et au niveau du manteau neigeux, la fonte sera plus rapide. Le sol se dégagera et se réchauffera plus vite. Enfin, **la période de végétation sera plus longue** dans un climat plus doux, favorable à l'envahissement de diverses plantes non indigènes. Si la tendance se poursuit, la forêt va progressivement prendre de l'altitude. Ce phénomène sera très lent, car les arbres doivent faire face à des conditions climatiques défavorables en montagne, d'où le terme « zone de combat » utilisé pour évoquer la limite altitudinale des forêts. Par contre, à basse altitude, sur les versants secs et ensoleillés (adret valaisan), la forêt pourrait disparaître au profit de la steppe, car le stress hydrique deviendra trop élevé pour les buissons et les arbres. Seuls quelques arbustes et buissons particulièrement résistants pourraient se maintenir. (voir graphique 1 et photo 9)

Pour une augmentation de la température moyenne de 2° C, les conséquences seraient les suivantes :

- La période de végétation augmente de 20 à 30 jours,
- La limite altitudinale des forêts s'élève de 300 m.



Graphique 1 : Différence de végétation entre le versant ensoleillé (adret) et le versant plus ombragé (ubac). Sur l'adret, entre Martigny et Brigue, la steppe pourrait s'étendre au détriment du chêne et du pin.

3.2 Extrêmes / accidents climatiques

Au niveau de la forêt, les augmentations de fréquences des extrêmes climatiques sont le plus à craindre. Par rapport aux ouragans, la résistance des arbres diminue d'une manière exponentielle dès qu'ils dépassent 16 à 18 m de hauteur. Une augmentation de la fréquence des tempêtes liée au vieillissement de la forêt valaisanne pourrait déstabiliser des versants entiers. (photo 1)



Photo 1 : Forêt renversée par la tempête Andrea (janvier 2012) en vallée du Trient

Les

conséquences liées à des périodes extrêmes de canicule et de sécheresse durant la période de végétation seront surtout visibles les années suivantes. Les arbres ont pour particularité de démarrer au printemps, après la période de repos hivernal, **sur les réserves** de l'année précédente. Ainsi, lors de stress hydriques extrêmes, l'arbre va diminuer, voire cesser la photosynthèse, afin d'éviter de s'assécher. Par conséquent, il va arrêter la production de sève élaborée, c'est-à-dire de nourriture et de réserve pour l'année suivante.

Ce comportement est, bien entendu, différent d'une espèce d'arbre à l'autre. Pour les espèces peu habituées, cela se traduit l'année suivante par un démarrage difficile, voire la mort de l'arbre, faute de nourriture stockée l'année précédente. Pour d'autres, il leur faudra plusieurs années pour récupérer. Par exemple, dans le Mont-Chemin, au-dessus de Martigny, 4 ans après l'été 2003, des arbres dépérissaient encore, malgré des conditions climatiques favorables. Ils étaient toujours sous l'influence du choc subi en 2003 (photo 2). Si de tels phénomènes vont se répéter plus fréquemment, la mortalité des arbres va augmenter. On peut ainsi se demander quelles seront les suites de la canicule de l'été 2015. Selon les spécialistes, c'est cependant **l'ensemble du climat de l'année** en cours qui est décisif, si bien que l'on peut espérer qu'en 2016 les dégâts à prévoir devraient être moins conséquents qu'après 2003 vu que l'hiver 2014-2015 et le printemps 2015 ont été très humides, ce qui n'a pas été le cas en 2003.



Photo 2 : Effets de la sécheresse de 2003, 4 ans plus tard en 2007 dans les forêts du Mont Chemin, au-dessus de Martigny

Quant aux fortes pluies, mise à part quelques glissements de terrain et étant donné la capacité d'absorption du sol forestier, ce phénomène est plutôt neutre, voire bénéfique pour la forêt. Par contre, le long des cours d'eau, torrents et ravines, les arbres instables, de grande dimension pourraient être arrachés et obstruer le lit des cours d'eau, créant ainsi des barrages instables. Leur rupture pourrait entraîner des laves torrentielles et menacer habitations et infrastructures. (photo 3). Les intempéries du début mai 2015 dans le Bas Valais ont souligné l'importance d'un entretien régulier le long des berges des cours d'eau.



Photo 3: Ravine obstruée par la chute d'arbres. Barrage et embâcle possibles lors de fortes précipitations, Commune de Vionnaz

3.3 Concentration de CO₂

Une augmentation des racines fines et de la photosynthèse peut entraîner une hausse de production. Cependant, à partir d'un certain taux de concentration, ce phénomène peut s'inverser. D'autre part, il peut aussi être compensé par le manque d'eau et l'acidification du sol (chapitre suivant), etc. Il faut donc pondérer cet effet bénéfique.

3.4 Pollution et pluies acides

Les interventions au niveau du sol, les transformations chimiques et physiques qui s'y déroulent sont tellement complexes que l'on peut mentionner les tendances suivantes : une forte concentration de métaux lourds, de soufre, d'azote, etc. peut ralentir l'activité biologique du sol (acidification) et ainsi la mise à disposition des sels minéraux nécessaires à la croissance et au développement des arbres. Cependant, il a aussi été constaté que des organismes étaient capables d'absorber et de neutraliser ces polluants. Mais vu les quantités de polluant qui pénètrent annuellement dans le sol forestier, on peut plutôt craindre une tendance à la saturation. D'autre part, un lessivage du sol par les précipitations peut entraîner plus loin ces polluants et menacer à long terme **la qualité de l'eau des sources en forêt**. Phénomène à suivre de près quand on sait que le **40 % de l'eau potable en Valais** provient de sources prélevées en forêt.

3.5 Organismes nuisibles et néophytes

Toutes les conditions sont réunies pour favoriser le développement et l'expansion d'organismes nuisibles et d'agents pathogènes qui vont s'attaquer aux arbres : Un climat plus doux, des périodes chaudes et sèches plus fréquentes et des arbres affaiblis... S'ajoute à cela, l'introduction involontaire d'organismes nuisibles nouveaux tels le cynips du châtaignier, le capricorne asiatique, le flétrissement des feuilles du frêne qui peuvent entraîner la mort des feuillus. Certains néophytes se développent plus vite que nos essences locales et prennent leur place. Le réchauffement climatique augmente encore cet effet de concurrence.



Photo 4 : Ailante recouvrant à 100% une surface ouverte en forêt (Grisons, Sud des Alpes)

Le buddleia et la renouée du Japon ont déjà envahi une bonne partie du Valais. Les conséquences peuvent être catastrophiques le long des cours d'eau avec la renouée. En effet, elle peut envahir totalement les berges des cours d'eau et repousser les plantes indigènes qui

stabilisent ces berges souvent escarpées, grâce à leur enracinement profond. On assiste ainsi à des affaissements de celles-ci, ce qui peut créer une obstruction de l'écoulement du cours d'eau. Pour le buddleia, les espèces indigènes réagissent bien et, avec quelques précautions, on peut éviter une forte extension.

L'ailante a envahi le Sud des Alpes où elle prend la place des essences locales. D'origine asiatique, elle a déjà été recensée au coude du Rhône sous forme arbustive en forêt. Elle peut pousser en peuplement pur. Les essences indigènes finissent par disparaître et, avec elles, les oiseaux, insectes, etc. inféodés à ces essences locales. D'autre part, l'ailante a un bois peu résistant aux chutes de pierres et l'effet protecteur des massifs forestiers, envahis par cette essence, est fortement diminué. Si l'on veut éviter le phénomène récurrent au Sud des Alpes (cf. photo 4), il faut réagir rapidement en Valais.

3.6 Incendies de forêt

L'augmentation de la fréquence des ouragans et la prolifération des organismes nuisibles vont augmenter la mortalité des arbres, d'où la présence d'arbres secs et, par conséquent, de combustible en forêt.



Photo 5 : Incendie de Viège en 2011

Ainsi, avec la recrudescence des périodes de sécheresse et de canicule, le risque d'incendie va augmenter (photo 5).

Toutefois, c'est un "mal" nécessaire pour que certaines plantes très spécifiques puissent germer et se maintenir. Leurs graines sont enfermées dans une enveloppe imputrescible qui ne s'ouvre et libère la graine que sous haute température. Cependant, vu le risque de propagation d'un incendie dans les vallées étroites avec versants escarpés, la prévention et la lutte contre les incendies de forêt sont prioritaires.

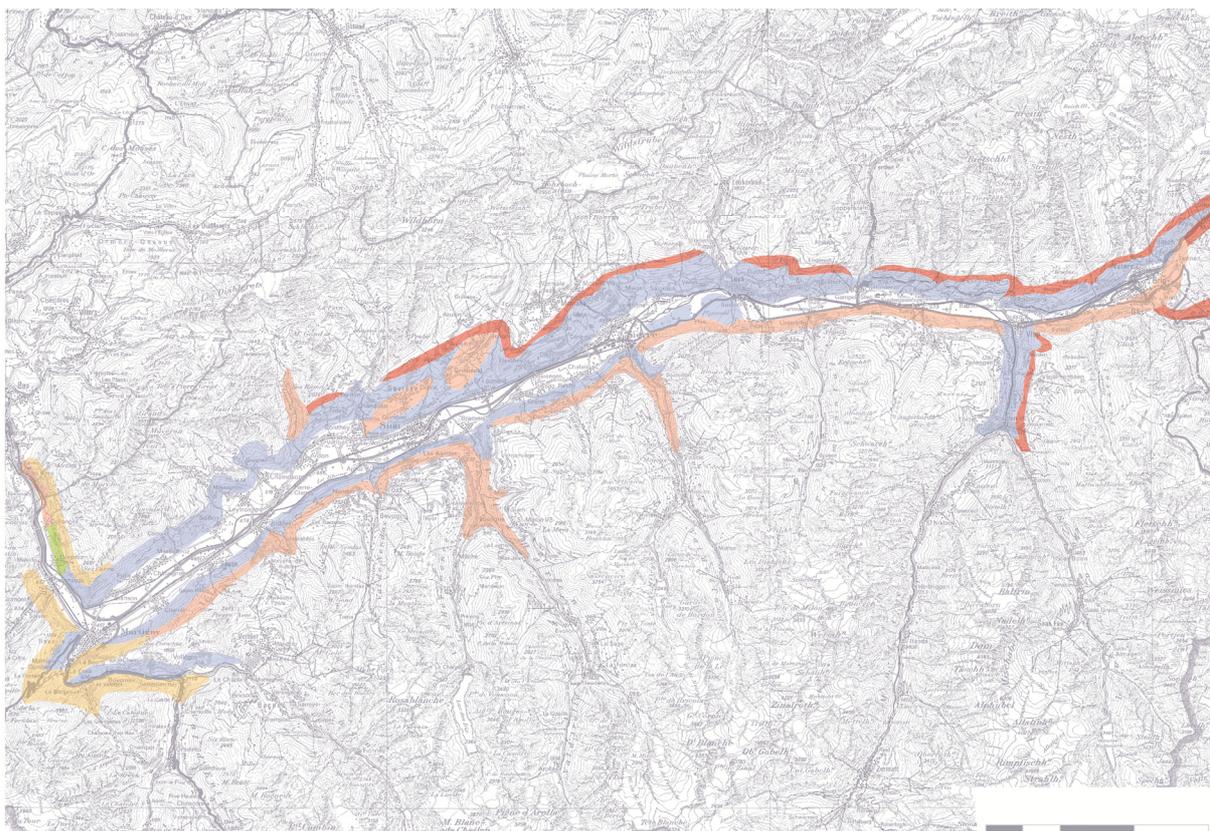
3.7 Les fonctions de la forêt

"La forêt n'a pas besoin du forestier", slogan de plus en plus utilisé. Certes, avec le temps, sur des décennies, voire des siècles, la forêt va s'adapter aux changements et extrêmes (accidents) climatiques. Cependant, à l'échelle valaisanne, elle joue un **rôle de protection** sur le 87% de sa surface. La disparition subite d'un massif forestier via un ouragan, un incendie, une attaque d'organismes nuisibles, va entraîner la diminution, voire la perte de son effet protecteur et la nécessité de recourir au génie-civil pour protéger infrastructures et habitations. Suite à l'incendie de Viège en 2011, il est prévu d'investir **plus de 2 millions de francs en ouvrages de protection** pour suppléer à l'effet protecteur de la forêt qui a brûlé. C'est **2 fois plus** que le montant nécessaire pour soigner l'ensemble du massif forestier ces 100 prochaines années.

Au niveau **production**, l'exploitation des bois est source d'emploi. Leur vente est toujours indispensable afin de payer une partie des interventions nécessaires pour soigner les forêts et maintenir leur effet de protection.

Au niveau **biodiversité**, l'envahissement par des néophytes **diminuera fortement l'équilibre naturel** qui est indispensable pour une bonne stabilité des forêts et, par là même, pour leur effet protecteur.

Enfin, au niveau **social, touristique et paysager**, tout le monde apprécie des versants boisés, aux différentes couleurs au printemps et en automne. Une augmentation d'arbres, voire de versants couverts d'arbres dépérissants aurait des conséquences psychologiques et humaines non négligeables.



Graphique 2 : En bleu et rouge foncé, répartition des pinèdes et des chênaies, soit les forêts sèches du Valais et aussi sensibles aux hausses de température et baisses de précipitations

4 Etat des connaissances, sur le comportement des essences envers les changements climatiques

4.1 Résistance, plasticité des essences

Chaque essence est différente. Toutes ont une amplitude plus ou moins forte de résistance, voire d'adaptation à une lente modification du climat. Au sein d'une même essence, on constate aussi de grandes différences de comportement. Petit à petit, les essences résistantes vont se mettre en place. Cependant, vu l'extrême rapidité du changement climatique, il n'est pas certain que les essences supportant des canicules et des périodes de sécheresse à répétition pourront s'installer à temps. A l'échelle valaisanne, ce phénomène concerne surtout les **versants ensoleillés** et à basse altitude, soit principalement la rive droite du Rhône entre Martigny et Brigue. (Graphiques 1 et 2)

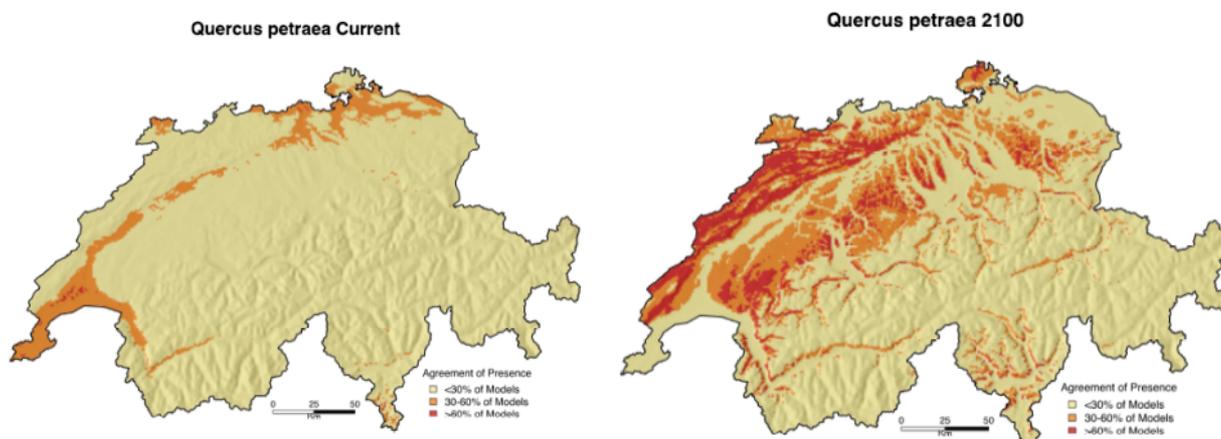
4.2 Génétique

L'amélioration des connaissances génétiques permet de sélectionner entre essences et au sein de la même essence les meilleures provenances résistantes aux changements climatiques. Cette approche précise et de longue haleine nécessite beaucoup de temps et d'analyse, car il faut sélectionner les provenances qui ont le comportement optimal durant les différentes phases de développement d'un arbre.

Une provenance peut avoir, en effet, un comportement idéal pour germer et se développer dans sa jeunesse, mais elle peut ensuite devenir très sensible. A l'inverse, une autre provenance aura bien des difficultés durant son stade juvénile, mais s'avérera ensuite plus résistante à l'âge adulte.

4.3 Répartition des essences en l'an 2100 (modélisation)

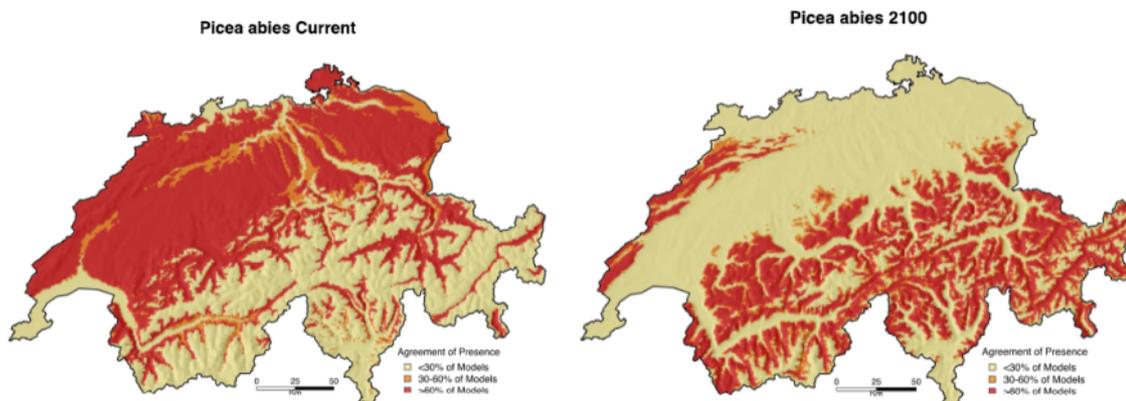
Diverses modélisations sont en cours pour nous indiquer le comportement et la répartition spatiale à l'horizon 2100 des principales essences indigènes en Suisse. Par exemple, le hêtre aurait tendance à quitter le Plateau Suisse au profit du chêne. Ces tendances se basent sur une augmentation des températures de 5°C environ et en prenant partiellement en compte le comportement en mélange de ces deux espèces et du climat forestier particulier. A noter que jusque vers 2050, il y aura peu d'évolution et qu'à partir de 2050, des changements seront perceptibles d'une manière exponentielle.¹



Graphique 3 : Modélisation de la répartition potentielle du chêne rouvre ou sessile (*quercus petraea*), climat actuel et en 2100, pour une augmentation de 5°C en 2100

4.4 Influence du climat forestier

La forêt atténue les extrêmes de températures. Ainsi, en plein été, le promeneur appréciera la fraîcheur de son climat. En hiver, par contre, les températures restent plus élevées en forêt. Son ombrage évite un dessèchement rapide du sol et de l'air d'où une plus grande humidité ambiante. Ce climat particulier, associé à une certaine obscurité, favorise plutôt des essences qui peuvent se rajeunir même avec un faible ensoleillement. Par exemple, en milieu forestier, le hêtre se rajeunit très facilement au détriment du chêne qui, lui, a besoin de plus de lumière solaire directe.



Graphique 4 : Modélisation de la répartition de l'épicéa (*picea abies*), climat actuel et en 2100, pour une augmentation de 5°C en 2100.

Cette évolution naturelle est partiellement prise en compte dans les résultats de la modélisation. Le hêtre sera toujours présent en sous-bois sur le Plateau Suisse, mais il rencontrera plus de difficultés dès que sa couronne aura atteint l'étage supérieur de la forêt. Le chêne, quant à lui, aura bien de la peine à se rajeunir sous couvert forestier ; il sera, par contre, plus résistant ensuite envers des périodes de canicule et de sécheresse.

¹ Pour les graphiques 3 et 4, plus la couleur est foncée, plus il y a convergence entre les différentes modélisations utilisées.

Il en va de même pour l'épicéa qui va se renforcer dans les Préalpes et le Jura en altitude. Le sapin blanc, présent dans les vallées alpines, résistera mieux que l'épicéa et sera encore présent dans certains secteurs abandonnés par l'épicéa. Cependant, la présence future du **sapin blanc**, mieux adapté, est actuellement fortement menacée car il ne se rajeunit plus suffisamment à cause de l'**abrouissement** préférentiel de la faune sauvage.

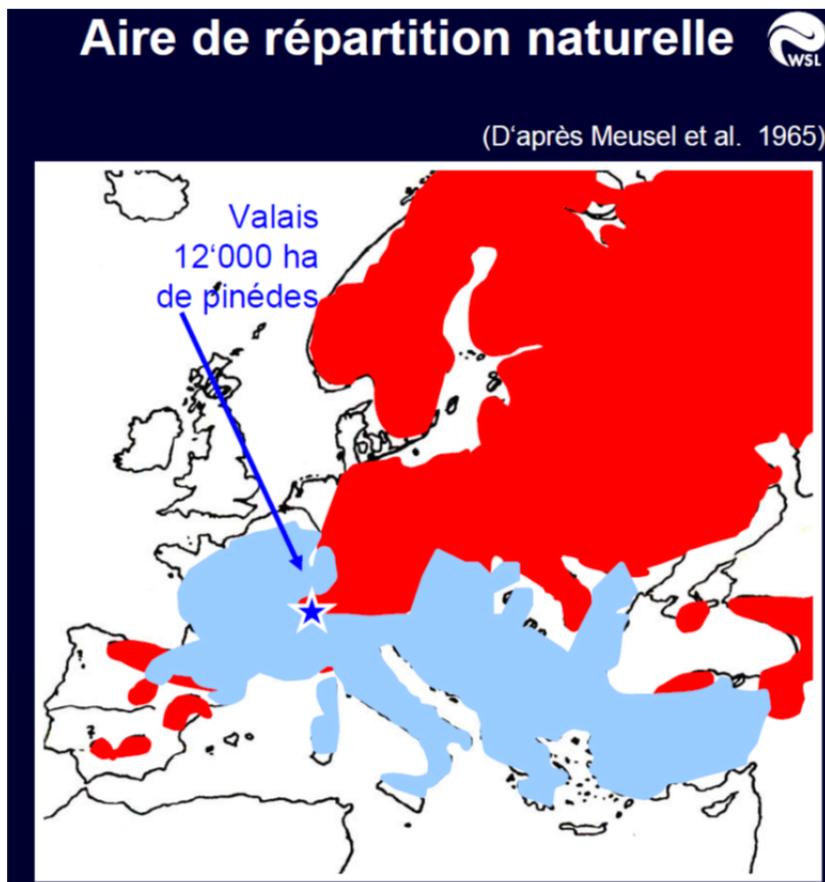
5 Interventions sylvicoles

Il a été mentionné que la forêt réagit très lentement envers tout changement. Il est vrai que l'âge moyen des massifs forestiers varie entre 50 ans (taillis dans le Bas Valais) et 800, voire 1'000 ans (arolières et mélèzins). Les principaux changements critiques devraient plutôt concerner des forêts se développant déjà sous conditions climatiques extrêmes et celles issues de plantations sur de grandes surfaces et éloignées de leur état naturel.

5.1 Essences résistantes et peuplements résilients

Sur l'adret valaisan, le WSL (Institut fédéral de recherche sur la forêt, la neige et les avalanches) a analysé les causes à l'origine du dépérissement du pin sylvestre. Cette essence nordique supportant bien les sols secs est en limite d'extension vers le sud. Il lui est difficile de supporter des étés chauds et secs, car il ne peut pas arrêter la photosynthèse et a besoin d'un minimum d'eau pour se maintenir. Le chêne pubescent (essence méditerranéenne), quant à lui, y est habitué. Il profite au printemps de produire un maximum de réserve, si bien que lors d'étés secs, il stoppe toute photosynthèse et résiste ainsi mieux aux effets de la canicule et de la sécheresse. Le WSL a réalisé divers tests de résistance à la sécheresse et à la canicule. Les résultats soulignent les meilleures qualités de résistance du chêne. Il semblerait, cependant, qu'à partir d'un certain seuil de sécheresse et de canicule, le chêne ne serait plus en mesure de survivre. A noter, cependant, que l'on ne peut pas prouver que ces essais aient été effectués avec du chêne à 100% pubescent. Ce dernier s'hybride, en effet, facilement avec le chêne sessile, moins résistant aux changements climatiques.

Une des interventions préconisée est de favoriser les chênes pubescents ou d'en planter pour accélérer leur venue. Plusieurs **arbustes et buissons** présents sur l'adret résistent bien aux stress hydriques (photo 9), il y aura lieu de les maintenir et de les favoriser dans le mélange au détriment du pin. Une **diminution du pin** au profit de feuillus permettrait aussi de **diminuer le risque d'incendie**, car le pin est plus inflammable.



Graphique 5 : Aire de répartition naturelle du pin sylvestre (rouge) et du chêne pubescent (bleu). Une hausse des températures et une baisse des précipitations est plutôt favorable au chêne qui verrait son aire de répartition s'agrandir vers le nord au détriment du pin.

Un inventaire des différents types de chênes et de leur hybridation a démarré en automne 2015. Il permettra de cartographier, entre autre, les peuplements où le chêne pubescent est peu hybridé et pourra fournir des glands issus de chênes résistants d'une manière optimale à la sécheresse.

Face aux extrêmes (accidents) climatiques, un peuplement de bonne résilience pourra réagir au mieux après l'événement. Idéalement, la forêt devrait être composée d'un mélange d'essences naturelles, d'âges et de hauteurs différents, réparties régulièrement sur toute la surface du peuplement forestier.

Il en va de même dans les peuplements purs issus de plantations. Les interventions à prévoir devront favoriser les essences naturelles en place et accélérer le rajeunissement de ces massifs artificiels menacés par le vent et les organismes nuisibles.

5.2 Hauteur et densité des peuplements

Des forêts jeunes, de faible hauteur, bien aérées, résistent mieux au vent et à la sécheresse. Ce sont surtout de telles forêts qui protègent le mieux contre les dangers naturels. Pour les maintenir, il faudrait **intervenir régulièrement**. La littérature propose aussi de desserrer les arbres entre eux, afin que les essences restantes disposent de plus d'eau et de nourriture. Ces recommandations sont parfois contradictoires car, dans les forêts de protection, seule une faible éclaircie y est possible, car il faut maintenir un grand nombre de tiges pour assurer l'effet protecteur. Une forte diminution de la densité est ainsi à éviter.

Une gestion adaptée des lisières de peuplements améliore aussi leur résistance au vent tout en favorisant la biodiversité. Les lisières sont, en effet, des milieux ouverts riches en espèces végétales et animales.

5.3 Planter – rajeunir – équilibre forêt-faune

Une gestion sylvicole orientée vers des peuplements proches de leur état naturel, constitués d'un bon mélange d'essences indigènes en station, d'âge et de hauteur différents devraient suffire pour la majorité des forêts valaisannes.

Les interventions à préconiser seront plutôt ciblées vers un rajeunissement des forêts actuelles. Pour que les jeunes arbres puissent germer et se développer, un **équilibre forêt – faune** est nécessaire, ce qui est de moins en moins le cas dans certaines régions en Valais. Dans bien des massifs forestiers, le rajeunissement peine à s'installer et seules quelques essences résistant mieux à la dent du gibier peuvent se développer. Dans ces conditions, on ne pourra pas obtenir le mélange d'essences désiré et ces jeunes peuplements constitués parfois uniquement d'une seule essence, seront peu résistants et résilients face aux changements climatiques. La situation est critique et menace l'avenir de la forêt valaisanne et sa fonction de protection.

Pour les **forêts séchardes de l'adret** valaisan (Graphiques 1 et 2), les spécialistes ne sont pas certains qu'elles auront suffisamment de temps pour s'adapter aux changements rapides du climat. Ces experts préconisent même des plantations à grande échelle d'essences plus résistantes aux extrêmes climatiques afin de préparer au mieux la forêt. Mais, **sans équilibre forêt – faune**, il est inutile d'investir dans ce genre d'actions. D'autre part, les techniques de plantation adaptées à chaque essence devront encore être affinées.

5.4 Lutte contre les organismes nuisibles et les néophytes

En plus de l'équilibre forêt-faune, il faudra être plus vigilant envers les attaques d'organismes nuisibles et éviter leur propagation exponentielle. Lourde tâche, surtout dans les peuplements constitués d'une seule essence. Il peut s'agir de forêts naturelles, telles les pessières d'altitude, ou de forêts issues de plantations, le plus souvent d'épicéa, ou de forêts avec une trop forte présence de cerfs, chevreuils, chamois, depuis des décennies constituées uniquement d'épicéas, alors que le pin, le mélèze, le sapin blanc, l'arolle et divers feuillus ont été systématiquement abrutis et ont disparu sur l'ensemble de la région. Ainsi, la lutte contre les organismes nuisibles sera d'autant plus aléatoire que le peuplement concerné sera éloigné de son état naturel et qu'il ne pourra pas se rajeunir avec des essences indigènes en station par trop abruties, frottées ou écorcées

5.5 Prévention et lutte contre les incendies de forêts

5.5.1 Risque incendie à court terme

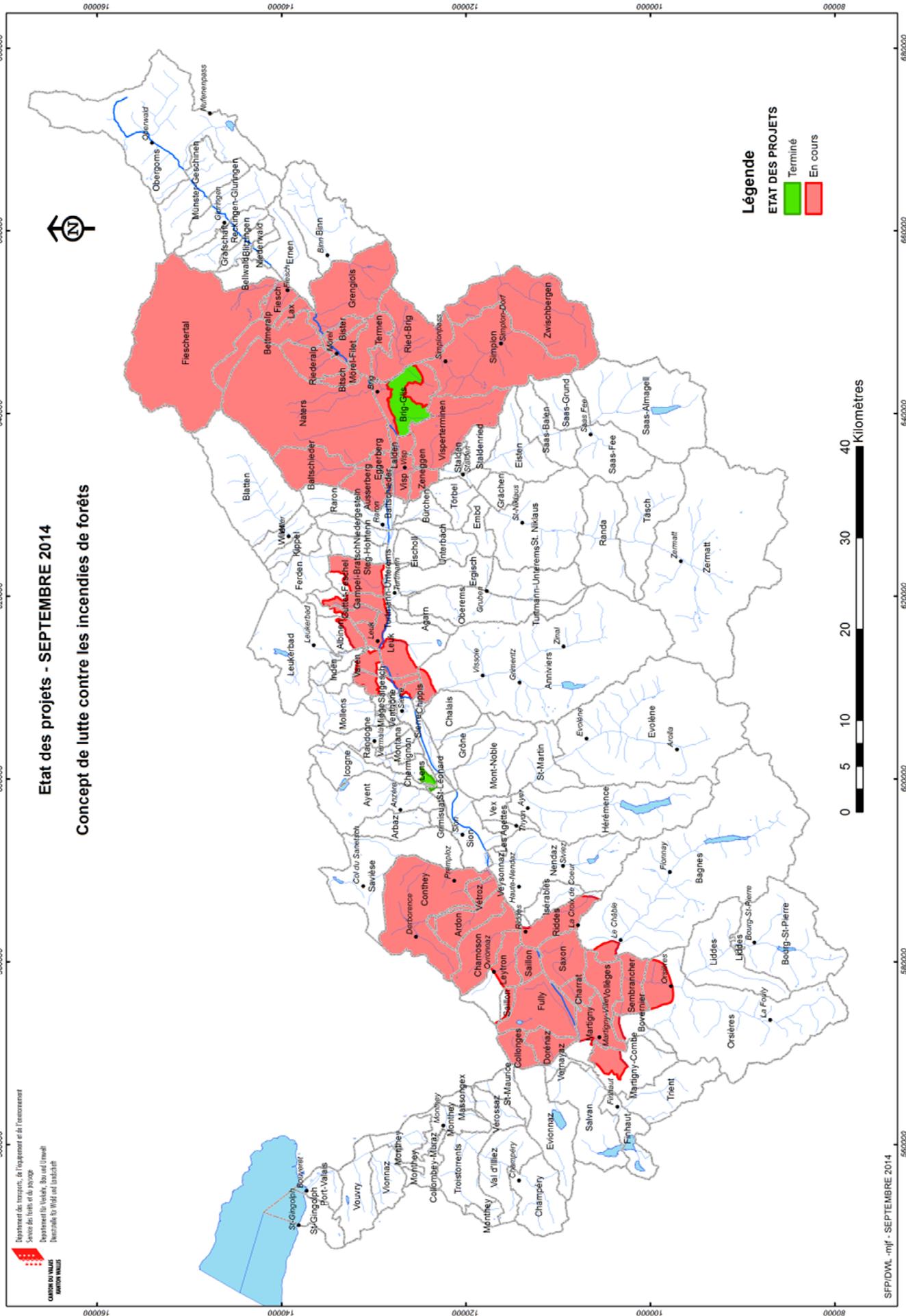
Afin de sensibiliser la population, de lancer les mesures de préventions nécessaires et les alarmes de danger, le canton du Valais par le Service des forêts et du paysage et l'Office cantonal du feu ont mis sur pied un bulletin de prévision du risque d'incendie en forêt nommé "Incendi". Ce bulletin hebdomadaire peut être consulté via internet, sur le site www.vs.ch/dangerincendie. Il figure aussi à la rubrique ad hoc des journaux valaisans. En cas de fort danger, une interdiction générale d'allumer les feux en et à proximité des forêts voire une interdiction totale pour les feux en plein air peut être décrétée. Ce fut d'ailleurs le cas l'été caniculaire de 2015 en Valais et dans d'autres cantons. Au niveau fédéral, via le site <http://www.waldbrandgefahr.ch/fr/incendies-de-foret/danger-d-incendies-de-forets/situation-actuelle/> une carte actualisée du danger d'incendie de forêt pour toute la Suisse peut-être consultée.

5.5.2 Risque incendie à long terme

En parallèle, une 2^{ème} étape de prévention, voire d'intervention est en cours, via les concepts régionaux de lutte contre les incendies de forêts (cf graphique 6). Pour ces concepts, il s'agit de cartographier les forêts à risque, d'améliorer la desserte, de créer des points d'eau, d'équiper en matériel spécifique les services du feu (photo 6). Des stratégies préventives doivent être mises au point pour éviter tout départ de feu en période critique. A prévoir aussi des exercices sur le terrain à l'échelle 1 sur 1 qui impliquent tous les acteurs concernés.



Photo 6 : Réservoir adaptable au terrain avec matériel nécessaire pour être hélicoptéré de suite. Vallée d'Aoste



Etat des projets - SEPTEMBRE 2014
 Concept de lutte contre les incendies de forêts

Graphique 6 Périmètre concernés par des concepts de lutte contre les incendies de forêt – Etat septembre 2014

6 Hotspots au niveau de la recherche

6.1 Modélisation, scénario

Grâce à des ordinateurs de plus en plus performants, la modélisation gagne en précision, mais elle ne propose que des scénarios dépendant des concentrations de CO₂ ou d'autres variables qu'il est difficile de prévoir à long terme. Elle ne mentionne aussi que les tendances par essence individuelle sans trop tenir compte de la concurrence entre elles et du climat forestier.

6.2 Répartition géographique et climatique des essences

A l'exemple du sapin blanc, mieux armé que l'épicéa face aux changements climatiques, les chercheurs ont constaté qu'il devrait avoir une répartition géographique plus vaste. Les influences anthropiques, la présence autrefois de **chèvres en forêt** et une trop grande **densité actuelle de la faune sauvage**, ont réduit fortement sa présence. Il en va de même pour d'autres essences, d'où la nécessité de mieux connaître leur amplitude géographique et climatique naturelle. Ainsi, une plus forte présence du **sapin blanc** et de **feuillus** dans les forêts valaisannes serait synonyme d'une meilleure **stabilité** et d'une meilleure **résilience** des peuplements.

6.3 Comportement des essences en milieu forestier

On sait encore peu de chose sur ce thème complexe vu les diverses interactions positives, complémentaires, voire concurrentielles entre chaque essence. Une meilleure compréhension de ce comportement permettrait d'améliorer les interventions sylvicoles et de préparer les forêts à faire face aux changements climatiques.

6.4 Equilibre forêt – faune

Une recherche à long terme est nécessaire pour préciser et valider l'influence des ongulés sur le rajeunissement des forêts et leur équilibre à long terme. Des suivis scientifiques doivent préciser les mesures à prendre pour que la forêt puisse se rajeunir sans protection avec la présence de **toutes les essences indigènes locales**, y compris celles qui ne peuvent plus s'implanter, car systématiquement abruties et ne dépassant pas le stade juvénile.



Photo 7 : Essais de résistance à la sécheresse et à la canicule par le WSL sur diverses essences dans le Haut Valais

6.5 Souches résistantes au sein d'une même essence (génétique)

Divers essais de plantation avec, pour la même essence des plants issus de forêts sous stress hydrique, sont en cours. Ces plants sélectionnés sont soumis artificiellement à de forte chaleur et à un arrosage très faible afin d'analyser quelles provenances résistent le mieux et si l'on constate des différences au niveau génétique entre elles (photo 7). Pour le chêne pubescent, il faudra s'assurer avant les essais qu'il s'agit d'une souche pure et non pas d'une hybridation avec le chêne sessile. A noter que ces plantations vont devoir affronter des conditions extrêmes et il faudra recourir sans doute à de **nouvelles techniques de mise en terre**. De telles expériences sont en cours dans la forêt de Bader, située dans la Vallée de Conches sise sur un versant sec, ensoleillé et sur une forte pente. Elle protège la route principale et le train. Il a fallu clôturer tout un périmètre pour constater **qu'à l'abri de la faune sauvage**, arbustes et buissons s'implantent naturellement dans ces conditions extrêmes. Diverses plantations y ont été réalisées, mais l'été 2003 anormalement chaud et sec, a anéanti la quasi-totalité des plantations.

D'autres plantations avec arrosages ont été réalisées au-dessus de la ligne ferroviaire du Loetschberg. L'investissement est conséquent et le coût des interventions et des arrosages annuels est très élevé. A long terme, ce n'est pas une solution durable. Il faut plutôt préconiser l'utilisation d'arbres, arbustes et buissons adaptés à ces conditions extrêmes. (voir aussi à ce sujet le rapport du WSL : Schutzwald Lötschbergsüdrampe)

6.6 Introduction de plants exotiques résistants

Dans le même sens que le thème précédent, divers essais sont en cours et en collaboration avec des instituts de recherche des pays limitrophes. Si nos essences locales n'arrivent plus à faire face aux modifications du climat, il sera peut-être nécessaire de recourir à des essences exotiques pouvant garantir la pérennité des massifs forestiers qui assurent une protection importante envers les dangers naturels. Ces essais sont sous haute surveillance, car on ne désire pas introduire des plants envahissants (cf. chapitres 3.5 et 5.4). A nouveau, **un équilibre forêt-faune** sera nécessaire afin de les garantir.



Photo 8 La forêt de Bader protège directement la route cantonale de la Vallée de Conches et la ligne de chemin de fer Furka-Oberalp. Tout le périmètre **a dû être clôturé pour éviter les dégâts dus aux cerfs**. Actuellement, malgré la forte pente, le fort ensoleillement et la faible profondeur du sol, le secteur est à nouveau colonisé par de jeunes plants forestiers à **l'abri de la dent du cerf**.

6.7 Evolution du sol forestier

Face à l'augmentation des polluants, de l'azote etc., comment va réagir le sol forestier ? Diverses recherches sont en cours, mais le phénomène est complexe au niveau sous-terrain. Il s'agit de plusieurs tonnes à l'ha/an filtrées par la forêt, qui pénètrent le sol forestier et modifient les réactions chimiques naturelles. Certains spécialistes parlent même d'une bombe à retardement, d'autres pondèrent ces propos, car ils ont constaté que le sol réagit partiellement du moins, pour neutraliser ces polluants. C'est, à nouveau, un travail de recherche de longue haleine.

6.8 Suivi à long terme après interventions

Plusieurs recherches intéressantes et bien ciblées sont en cours. Malheureusement, il s'agit souvent de programmes qui s'étendent sur quelques années, ce qui est insuffisant à l'échelle évolutive lente des arbres et de la forêt. La recherche en forêt a besoin d'un suivi à long terme,.

7 Conclusion

Même si les connaissances au niveau des changements climatiques évoluent rapidement, il reste encore beaucoup d'inconnues dans chaque domaine. La forêt est un écosystème complexe et il est difficile de prévoir quelle sera, en 2050 voire en 2100, la forêt optimale qui pourra composer avec les changements climatiques. Pour le moment, la seule solution pragmatique qui se présente est d'orienter les interventions sylvicoles vers un mélange idéal d'essences forestières indigènes adaptées à la station, en veillant à une bonne représentation de toutes les classes d'âge et à un **équilibre avec la faune sauvage**. Au niveau valaisan, une attention particulière devra être portée sur les forêts de basse altitude de la rive droite du Rhône, entre Martigny et Brigue, surtout les années de sécheresse et de canicule extrêmes. Il y aura aussi lieu de renforcer la prévention du risque d'incendie en forêt et la lutte contre les organismes nuisibles.

Nous pouvons cependant aborder le futur avec un optimisme réservé, car plusieurs espèces particulièrement résistantes au stress hydrique sont déjà présentes en Valais (photo 9). On pourra compter sur elles ces prochaines décennies.



Photo 9 Espèces résistantes au stress hydrique, colonisant un pierrier sur le versant Sud du Mont Chemin, treize espèces arbustives et buissonnantes ont été recensées. La vitalité du nerprun des Alpes au premier plan à gauche et à droite de la photo est impressionnante.

Auteurs des photos

Photos de **Roland Métral**, sauf

Photo page de titre, **Philipp Gerold**, ingénieur gestion, arrondissement du Haut Valais

Photo 3 **Mathilde Wendling**, stagiaire arrdt Bas Valais

Photo 5 **Jean-Michel Gaillard**, Triage des deux Rives

Photo 8 **Ulrich Wasem**, WSL

Auteurs des graphiques

Graphique 1 Graficalia (adaptation) selon **Philippe Werner**

Graphique 2 **Jacques Burnand**

Graphique 3 et 4 WSL, Forschungsprogramm Wald und Klimawandel, **A. Psomus et N. Zimmermann**, résultat de la compilation de 36 modèles

Graphique 5 WSL, programme de recherche, dynamique de la forêt

Bibliographie

Rebetez M, 2006 *La Suisse se réchauffe : effet de serre et changement climatique*, PPUR, Collection "Le Savoir Suisse"

Biro Y, Landmann G. Bohème I, 2009 *La forêt face aux tempêtes*. Quae

Gauquelin X (coord.), 2010 *Guide de gestion : forêts en crise sanitaire* ONF

Nageleisen L.-M., Saintonge F.-X., Piou D., Riou-Nivert, Ph. *La santé des forêts : maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention*, CNPF-IDF

Publications et revues

Cantons

Arbeitspapier zur Waldpflege und Waldverjüngung unter dem Aspekt der Klimaveränderung, les 2 Bâles

Waldbau und Klimaveränderung, Strategiepapier, Empfehlungen des Forstdienstes Kanton Thurgau, Thurgovie

Waldpflege und Waldverjüngung unter dem Aspekt der Klimaveränderung, St-Gall

Wald und Klimawandel – Waldbauliche Empfehlungen des Zürcher Forstdienstes, Zurich

Sylviculture et changement climatique – Contexte, Berne

Confédération

Forschungsprogramm Wald und Klimawandel. Synthese der ersten Programmphase 2009-2011, 2011, WSL, Confédération suisse

Adaptation aux changements climatiques, objectifs, défis et champs d'action, Premier volet de la stratégie du Conseil fédéral du 2 mars 2012, Confédération

Adaptation aux changements climatiques en Suisse, plan d'action 2014–2019. Deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral du 9 avril 2014, Confédération

Politique forestière 2020, 2013, Berne

CH2014 – Impacts : Etapes menant à des scénarios quantitatifs concernant les conséquences des changements climatiques en suisse, 2014

Autres

La Forêt, *Réchauffement climatique et sylviculture*, n° 2/10

Journal forestier suisse,

Effekte des Klimawandels auf Windwurf, Waldbrand und Walddynamik im Schweizer Wald, n° 10/2008, Wohlgemuth T et al

Klimawandel als waldbauliche Herausforderung, n° 10/2008, Brang P et al

Die Auswirkungen des globalen Wandels auf Schweizer Wälder aus ökophysiologischer Sicht, 1/2010, Sébastien Leuzinger

La Forêt dans un climat plus chaud et plus sec, N° 6/2015, plusieurs articles en relation avec ce thème

Fonds national suisse, *Une clé du climat se cache dans le sol*, Horizons décembre 2008, Olivier Dessibourg

Montagskolloquium

Harald Bugmann, *Tanne oder Palme*, 11 novembre 2013

Rendez-vous techniques ONF

Changements climatiques et évolution des usages du bois, quelles incidences sur nos orientations sylvicoles n° 38/2013

Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques, 2007, hors série n° 3

Revue forestière française

Conséquences des changements climatiques pour la forêt et la sylviculture, Numéro spécial 2000, Engref

Après les tempêtes, un nécessaire bilan, Numéro spécial 2002, Engref

Eau et forêts, 2006, Engref

WSL

Les chênes pubescents chassent-ils les pins sylvestres valaisans ? n° 41/2006, Notice pour le praticien

Vivre avec les incendies de forêt, n° 46/2010, Notice pour le praticien

Les changements climatiques modifient les forêts, 14.12.2011

Anpassungsfähigkeit von Bäumen an Trockenheit (WSL + ETHZ)

Nachhaltige Landnutzung im Berggebiet unter Klimawandel: Das interdisziplinäre Forschungsprojekt «Mountland», WSL, 2013

Schlussbericht Oktober 2015: Schutzwald Lötschbergsüdrampe

Fondation Jean-Marcel Aubert

Recherche sur l'évolution altitudinale de l'arole (Pinus cembra L.) à la limite supérieure de la forêt dans le Val d'Arpette, Fondation Jean-Marcel Aubert, Champex-Lac Avril 2012

Pro Quercus : www.proquercus.org diverses documentations sur les différents types de chênes et leurs spécificités face aux changements climatiques

Photo page verso : Forêts de pins, versant sud et aride du Mont-Chemin, commune de Bovernier

