

# Synthèse sur les études relatives à la mortalité du pin sylvestre dans le Valais Suisse

par Olivier CHANDIOUX

***En marge de nos journées  
"changements climatiques  
et forêt méditerranéenne", Olivier  
Chandioux nous propose  
une synthèse sur les nombreux  
articles publiés par les équipes  
suisses sur les déperissements  
du pin sylvestre dans le Valais  
Suisse. Il apporte ainsi  
un complément intéressant  
à notre réflexion.***

Depuis les années 1980, les mortalités observées dans les peuplements de pin sylvestre dans le Valais Suisse (Haute vallée du Rhône) ont fait l'objet de nombreuses études et publications (Cf. Fig. 1).

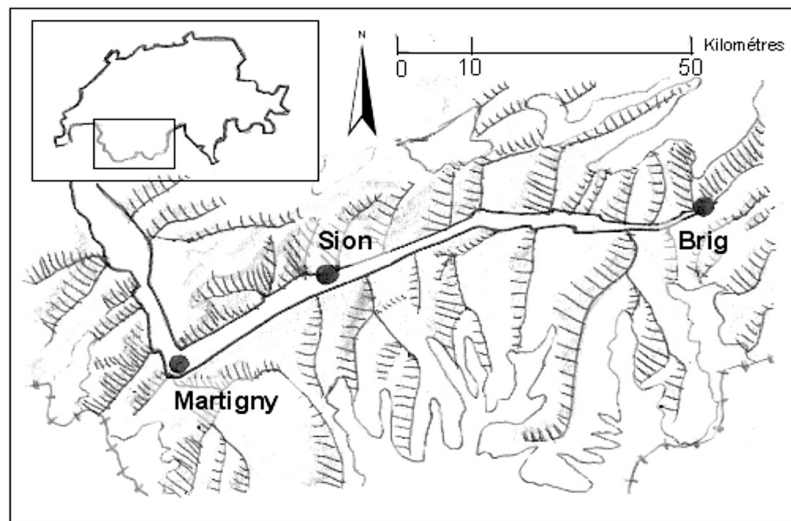
Une sélection de ces publications est ici analysée de manière à mettre en perspective l'analyse des causes de mortalité du pin sylvestre et à bénéficier des années de recherche menées sur un phénomène comparable à celui qui préoccupe les forestiers de l'arrière-pays méditerranéen.

## **Les déperissements de pin sylvestre dans le Valais**

Le climat du Valais est caractéristique des Alpes internes (froid et sec). Les précipitations moyennes annuelles à Sion sont de 600 mm et les précipitations estivales sont égales à 150 mm (Cf. Fig. 2).

Les pinèdes couvrent dans cette région près de 12 000 ha réparties entre 450 et 1500 mètres d'altitude. Recouvrant des fonctions de production, de protection et de récréation, ces pinèdes sont pionnières et issues des pratiques passées de pâturage, de déboisements et de ratisage des litières à l'étage du chêne pubescent.

La mortalité du pin sylvestre dans le Valais est répartie sur un large territoire d'environ 5 000 hectares entre Martigny et Brig. Sur un site, les pins moribonds ou morts sont entourés de pins vivants et vigoureux. Il en résulte une répartition régulière de taches éparées de pins morts. En dessous de 1 200 mètres, la mortalité des pins est deux fois supérieure à la mortalité moyenne suisse pour cette essence.



**Fig. 1 :**  
Carte de situation  
du Valais (Suisse)

Entre 1995 et 2000, des mortalités dépassant 50% des arbres ont été localement observées dans la vallée du Rhône.

Sur la parcelle de Visp, une forêt irrégulière de 2 hectares de pins mêlés de feuillus, à 750 mètres d'altitude dans la haute vallée du Rhône, 43% des pins sont morts (89 arbres/ha) entre 1996 et 2002, contre 13% des feuillus sur la même période.

Le déclin des pins sylvestres dans les forêts du Valais n'est pas un phénomène local. De forts taux de mortalité des pins sylvestres ont aussi été observés dans d'autres vallées sèches des Alpes internes, par exemple en Autriche (Inntal, Basse Autriche, Carinthie, Styrie) et en Italie (Vallée d'Aoste, Vintschgau).

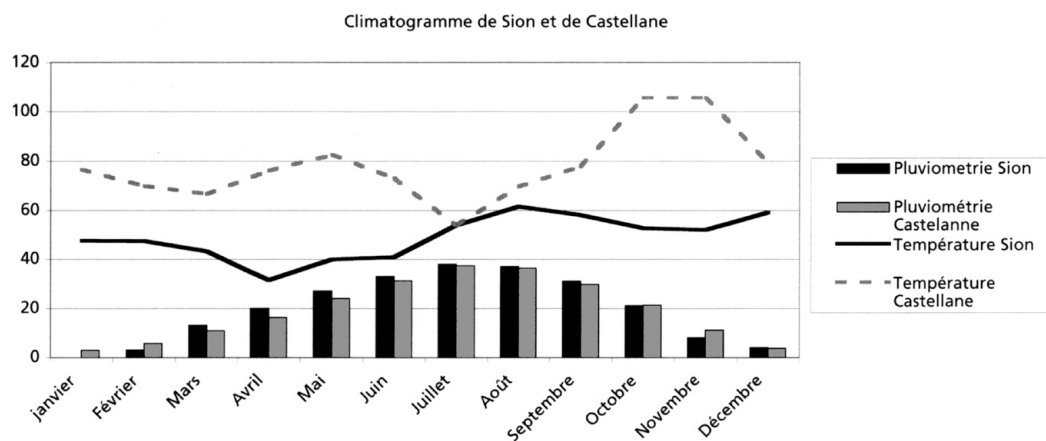
## Première vague de mortalité, hypothèse de l'effet de la pollution

Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, puis au début des années 70, des dommages aux peuplements forestiers ont été observés dans le Valais. En 1976, ils concernaient près de 130 km<sup>2</sup>. Des recherches menées sur les causes de ces dépérissements ont amené à s'inquiéter de l'impact des rejets des industries chimiques.

KIENAST (1985) écrit : « A la fin des années 70, les usines furent équipées de filtres et, depuis 1979, les concentrations de fluorides dans l'atmosphère locale ont considérablement décliné. Il est probable que les autres polluants, comme l'ozone et les oxydes d'azote, ont contribué substantiellement à la pollution de l'air de cette région. Depuis cette réduction, une récupération générale de la végétation est visible. »

L'effet des polluants sur le pin sylvestre est plus tard confirmé par BIGLER (2006) : il a été prouvé que les dommages aux pins sylvestres étaient plus forts à l'aval des sources de pollution et dans les zones d'inversion des masses d'air. Le pin sylvestre est considéré comme l'un des conifères les plus sensibles aux dépôts acides et aux polluants de l'air.

Cependant, dès 1985, la combinaison de facteurs de stress apparaît nécessaire pour expliquer les dommages causés aux peuplements de pin sylvestre. « Du fait de



**Fig. 2 :**  
Climatogramme  
d'Emberger pour Sion  
(Valais Suisse) et  
Castellane (Alpes de  
Haute Provence)

*l'augmentation de la production d'aluminium depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, les fluorures constituaient le principal composant des émissions. Les pins, en particulier, ne pouvaient pas résister à ce stress additionnel. Dans la période très sèche des années 1930 - 1940, ils ont donc souffert de dommages physiologiques qui dans 30 à 50% des cas ont conduit à la mort des arbres.»*

## Seconde vague de mortalité, hypothèses multiples

L'explication de la seconde vague de mortalité implique des analyses des causes plus complexes. Le climat et le stress hydrique y tiennent un rôle majeur, mais sont toujours reliés à d'autres facteurs.

### Impact de la génétique sur la mortalité du pin sylvestre

Deux écotypes sont présents dans le Valais. L'un présente une écorce rougeâtre caractéristique, tandis que l'autre est plus grisâtre. Les différences génétiques entre ces arbres ont été explorées, mais sont très faibles.

### Impact du climat sur la croissance du pin sylvestre

Analysant un site au sud-est de Visp, RIGLING et CHERUBINI ont analysé les accroissements annuels des cernes des pins sylvestres. Ils ont trouvé que les périodes sèches d'avril à juin et les températures d'avril à août sont les variables les plus significatives (toutes négativement corrélées) pour expliquer la croissance des arbres.

Alors que l'impact direct de la sécheresse sur la mortalité n'est pas mise en évidence, les périodes de fortes pertes foliaires coïncident tout de même avec des périodes de sécheresse prolongées.

D'autre part, DOBERTIN et BRANG ont montré que le taux de mortalité augmente avec le taux de perte foliaire.

Enfin, la diminution des précipitations ou l'augmentation des périodes de sécheresse n'est pas assez marquée sur les cent dernières années pour avoir un effet notable.

## Impact du climat sur la mortalité du pin sylvestre

Dans tous les articles étudiés, des sécheresses antérieures à l'épisode de mortalité ont été reportées et sont considérées comme facteur déclenchant du dépérissement. Cependant, la plupart des auteurs ne considèrent pas la sécheresse comme le facteur principal du déclin. Ils considèrent généralement le pin sylvestre comme une espèce très résistante à la sécheresse. D'autre part, les autres essences, moins résistantes à la sécheresse ne sont généralement pas affectées.

Néanmoins, il est bien établi que la sécheresse augmente la sensibilité des pins aux pathogènes secondaires et que les printemps chauds et les températures estivales augmentent le taux de reproduction des scolytes et des nématodes du pin.

Les résultats de BIGLER *et al* (2006) démontrent trois faits importants : une année isolée de sécheresse sévère a un effet réversible sur la croissance des arbres à court terme ; une simple sécheresse ne joue pas un rôle de facteur déclencheur de la mortalité ; plusieurs années de sécheresse consécutives réduisent la croissance pour plusieurs années, ce qui accroît le risque de mortalité des arbres.

MARTINEZ-VILALTA ET PINOL (2002) ont comparé trois espèces de pins au nord-est de l'Espagne en terme de réactions physiologiques à la sécheresse. Seuls les peuplements de pins sylvestres étaient victimes d'une mortalité liée à la sécheresse et la conductivité hydraulique était plus faible pour les populations les plus touchées.

**Photo 1 :**  
Mortalité du Pin sylvestre en augmentation, placettes LWF à Viège  
Photo A. Rigling, WSL, Birmensdorf CH





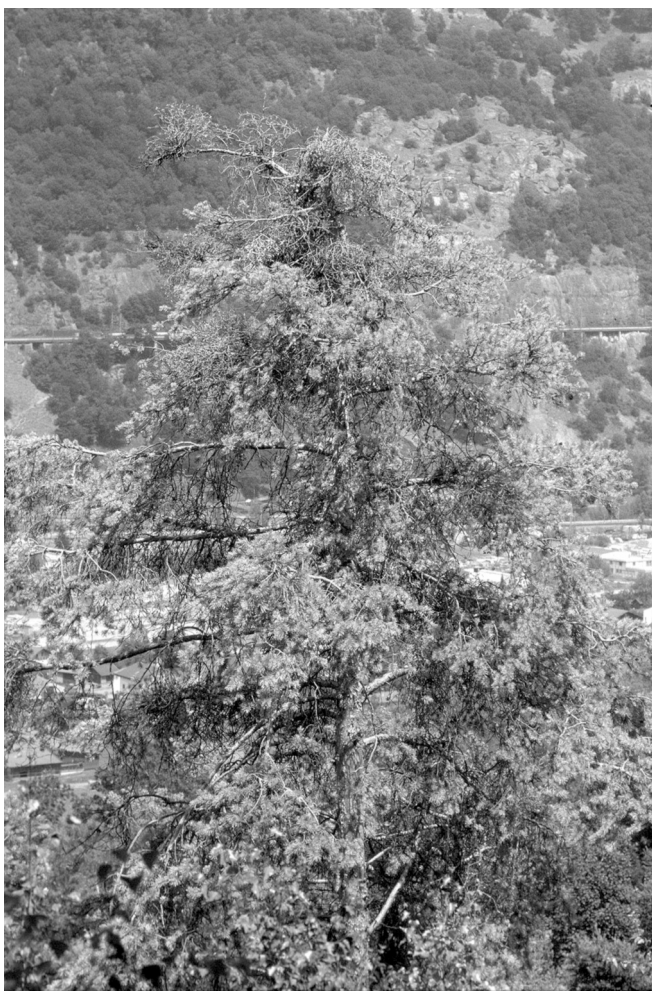


**Photo 2 (ci-contre) :**  
Sapin gûité  
dans le Haut-Var  
Photo DA

### Impact du climat sur les parasites du pin

**Photo 3 (ci-dessous) :**  
Pin mort infesté  
par le gui, près de Brigue  
Photo A. Rigling, WSL,  
Birmensdorf CH

En dehors d'une contribution à l'effet de la sécheresse, l'augmentation des températures estivales, notamment aux seuils relevés



(c'est-à-dire une moyenne journalière supérieure à 20° ou des températures maximum supérieures à 25°) est considérée comme influençant la prolifération des nématodes. Ces derniers, particulièrement en association avec la sécheresse peuvent être une cause de la mortalité des peuplements de pins sylvestres. La présence de différents nématodes de l'aubier, dont le caractère pathogène est prouvé, a été mise en évidence.

Des températures printanières et estivales supérieures semblent aussi favoriser les scolytes (*Tomicus piniperda* et *Tomicus minor*) qui sont aussi favorisées par l'augmentation des minimales hivernales qui limitent habituellement les populations.

Pour REBETZ et DOBBERTIN (2004), il est évident que le stress hydrique encourage l'explosion des populations de pathogènes et de prédateurs secondaires.

### Impact du gui sur la mortalité du pin sylvestre

L'étude de DOBBERTIN *et al.* montre que l'infection des pins par le gui dans la vallée du Rhône Suisse est forte. Dans certains peuplements, plus de 80% des arbres sont infectés. Des recherches sur des placettes de suivi à long terme ont montré une augmentation du taux de mortalité (près de 10%) et une perte foliaire plus importante pour les arbres infectés suite à la sécheresse de 1998.

Pendant une sécheresse, lorsque l'arbre réduit sa transpiration par fermeture des stomates, le gui (*Viscum album*) continue de transpirer et cela augmente le stress hydrique.

Cette même étude met en lumière une remontée de 200 mètres de la limite supérieure de l'aire de répartition du gui dans le Valais, sous la seule influence des changements climatiques (augmentation des températures minimales de janvier et de juillet, qui sont les facteurs limitants du gui).

### Les processus successionnels

La compétition par les espèces secondaires installées dans les peuplements pionniers de pin sylvestre, bien que ne faisant pas l'objet des articles analysés, est souvent citée.

Pour DOBBERTIN, en plus des polluants, de la sécheresse, des phytopathogènes et des

PRECURSEURS	DECLENCHEURS	FINAUX
Compétition (dans un contexte de remontée biologique, conquête des feuillus)  Limites stationnelles et sécheresse  Vieillissement des arbres  Infestation par le gui  Pollution chronique (Ozone)	Périodes de sécheresse forte et autres conditions climatiques (températures, neiges lourdes)  Champignons et insectes pathogènes	Champignons ou insectes pathogènes  Infestation par le gui

**Fig. 3 :**  
Application de la théorie  
de la maladie du déclin  
aux pins sylvestres de  
l'arrière-pays provençal

insectes, l'âge des peuplements et l'arrivée des espèces secondaires peuvent augmenter le stress de cette espèce de lumière.

Pour BIGGLER, la densification des peuplements due au processus successional de conquête par des espèces secondaires peut avoir imposé un stress supplémentaire à cette espèce de lumière qu'est le pin sylvestre. La compétition joue le rôle d'un facteur de prédisposition à long terme.

L'intolérance à l'ombre du pin sylvestre, arbre pionnier, rend cette espèce plus vulnérable à la compétition de certains des autres arbres présents dans le Valais comme le sapin, l'épicéa ou le chêne blanc. Il suppose alors que la compétition, qui agit sur le long-terme, prédispose les pins sylvestres à mourir.

Enfin, les différences de stratégie lors des épisodes de sécheresse sont défavorables au pin sylvestre. Il en résulte une croissance plus forte du chêne pubescent que du pin lors des années de sécheresse.

## La théorie de la maladie du déclin

Dans leur article, BIGGLER *et al.* exposent cette théorie développée par MANION (1981) de la manière suivante :

« Ce n'est pas un simple facteur environnemental, mais plutôt une combinaison de multiples facteurs de stress qui cause le déclin des pins sylvestres. La théorie de la maladie

*du déclin, un modèle conceptuel pour les phénomènes complexes de mortalité induite par le stress, propose un cadre pour comprendre la mortalité d'arbres ou la diminution de leur vigueur dans une succession de facteurs environnementaux. Un processus en trois étapes de prédisposition, déclenchement et final.*

*Les facteurs précurseurs comme la compétition ou les polluants affectent un arbre pendant des années. Ces facteurs à long terme s'expriment souvent par une croissance réduite et ils augmentent aussi la sensibilité des arbres aux stress ponctuels, comme la sécheresse ou une défoliation due aux insectes.*

*De tels facteurs déclencheurs affectent le fonctionnement physiologique d'un arbre et réduisent considérablement sa vigueur et ses défenses potentielles contre un pathogène. Il en résulte une forte baisse de la croissance de l'arbre. Finalement, le décès d'un arbre dépend souvent de la présence ou de l'absence de facteurs de stress aggravants qui agissent à court ou long terme. Par exemple, des insectes ou phytopathogènes secondaires, le gui ou des événements climatiques supplémentaires, qui peuvent finalement tuer les arbres stressés. »*

## Application de la théorie de la maladie du déclin aux pins sylvestres de l'arrière-pays provençal

Cf. Fig. 3.

Olivier CHANDIOUX  
Technicien forestier  
SARL Alcina Forêts  
4 rue du Canal  
05000 Gap  
Mél : olivier.chandiox@alcina.fr

## Conclusions

Dans une notice technique à destination des gestionnaires, l'équipe du WSL (Institut fédéral de recherche) qui a mené l'essentiel des recherches citées plus haut, donne des pistes de gestion des pinèdes à pin sylvestre du Valais. Aux altitudes inférieures à 1 200 mètres, les modes de gestion préconisés conduisent à une substitution du pin sylvestre par d'autres essences, notamment les essences en place en sous-étage.

La pratique de coupes sanitaires et de coupes de régénération visant à favoriser l'irrégularisation des peuplements et le mélange des espèces est considéré comme urgent. La plantation ou des méthodes de régénération (scarification) sont à réaliser sur les peuplements où les essences de substitution sont absentes.

Ces préconisations semblent être de bonnes pistes pour l'action dans les pinèdes de l'arrière-pays provençal. La régénération et la substitution par les essences feuillues du sous-étage permettent d'agir sur les seuls éléments que le forestier puisse maîtriser : la compétition, l'adaptation à la station et le vieillissement du peuplement. L'urgence consiste donc à pratiquer cette gestion dans les massifs les plus soumis aux autres facteurs de mortalité (gui, polluants, sécheresse).

O.C.

## Résumé

---

Les dépérissements dans les vastes étendues de pin sylvestre provençales inquiètent les forestiers depuis 2003. Ces dépérissements sont manifestement un signe des changements climatiques en cours et probablement annonciateurs de crises à venir dans le paysage forestier méditerranéen. Cependant, pour les Suisses valaisans, le phénomène n'est pas nouveau puisque des cycles de dépérissement du pin sylvestre sont déjà intervenus plusieurs fois depuis 60 ans. Le phénomène est donc largement analysé dans cette vallée très sèche des Alpes internes et les forestiers ont d'ores et déjà tirés les conclusions nécessaires pour la gestion de leurs massifs de pin sylvestre.

## Summary

---

### Synthesis of studies concerning the mortality of Scotch pine in Switzerland's Valais region

The dying-off of vast tracts of Scotch pine in French Provence has been worrying foresters since 2003. Such decline is clearly an indication of current climate change and is a forewarning of future crisis in Mediterranean forest landscapes. Yet in Switzerland's Valais region the phenomenon is not new, insofar as cycles of decline in Scotch pine have been observed over the last 60 years. The phenomenon has thus been well analysed in this very dry valley in the heart of the Alps and by now foresters have drawn the requisite conclusions enabling them to continue the management of their Scotch pine stands.

## Références

- Anonyme ; La mutation des pinèdes valaisannes, La gestion forestière du passé ; *La forêt* 1/2007
- Bigler C. *et al.*; Drought as an Inciting Mortality Factor in Scots Pine Stands of the Valais, Switzerland ; *Ecosystems* 9 ; 2006
- Dobbertin M., Brang P. ; Crown defoliation improves tree mortality models ; *Forest Ecology and Management* 141; 2001
- Dobbertin M. *et al.* ; The upward shift in altitude of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Switzerland : the result of climate warming ? *International Journal of Biometeorology* n°50; 2005
- Kienast F.; Tree ring analysis, forest damage and air pollution in the Swiss Rhone Valley ; *Land Use Policy* ; January 1985
- Rebetz M. , Dobbertin M. ; Climate change may already threaten Scots pine stands in the Swiss Alps ; *Theor. Appl. Climatol.* 79, 1–9; 2004
- Rigling A. *et al.*; Intra annual tree-ring parameters indicating differences in drought stress of *Pinus sylvestris* forests within the Erico-Pinion in the Valais ; *Plant Ecology* 163; 2002
- Rigling A, Braker O.U., Schneiter G, Schweingruber F.H. ; Intra-annual tree-ring parameters indicating differences in drought stress of Scots pine forests within the Erico-Pinion in the Valais, Switzerland ; *Plant Ecology* 163 (1) ; 2002
- Rigling A. *et al.* ; Les chênes pubescents chassent-ils les pins sylvestres valaisans ? Notice pour le praticien n°41, Institut fédéral de recherche WSL Bimensdorf 2006