

Séminaire scientifique et technique Science-Décision-Action



Actes

L'instabilité forestière sur les versants : connaissance, risques, impacts

Focus sur les effets en cascade des chutes
d'arbres : des défis multiples pour la gestion
du territoire métropolitain

Mardi 24 septembre 2024

Grenoble-Alpes Métropole, siège métropolitain

Amphithéâtre Mt Blanc

Avec le soutien de :



Et en association avec les projets Interreg Espace Alpin MOSAIC, Forest EcoValue et ADAPTNOW :



L'instabilité forestière sur les versants : connaissances, risques et impacts

Focus sur les effets en cascade des chutes d'arbres : des défis multiples pour la gestion du territoire métropolitain

Mardi 24 septembre 2024

Grenoble-Alpes Métropole, amphithéâtre Mt Blanc

Cet événement, proposé par Grenoble-Alpes Métropole avec l'appui du PARN, s'adresse aux services des collectivités concernées et à leurs élus référents. Plus largement, il est aussi ouvert aux acteurs de la gestion intégrée des risques naturels du massif alpin ainsi qu'à la communauté scientifique et technique.

Contexte

Sur l'ensemble du territoire de la métropole Grenoble-Alpes, élus et services techniques font remonter des préoccupations croissantes liées aux **impacts multiples des chutes d'arbres dans les versants boisés** : le nombre et la section des arbres sectionnés ou arrachés semblent augmenter, en particulier suite aux épisodes alternés de sécheresse et de précipitations intenses (observations marquées à l'automne 2023), avec des conséquences diverses – coupures de voiries, ouvrages endommagés, câbles arrachés (téléphoniques, électriques), glissements de terrain superficiels, chutes de blocs, embâcles sur les cours d'eau, modification du rôle de protection de la forêt....

Ces observations, **dans un contexte de changement climatique**, soulèvent des **questions qui concernent différents services métropolitains**, la Mission Risques comme le Service Gestion du Patrimoine Naturel Arboré, le Service GEMAPI ou le Service Ouvrages d'Art et Risques Naturels. Quelles est l'ampleur exacte de ces observations et quelles en sont les causes, sur l'ensemble du territoire métropolitain comme à l'échelle nationale et internationale ? Quelles peuvent être les conséquences à court et moyen terme sur l'évolution des phénomènes et leur gestion sur le territoire ? Comment faire évoluer les pratiques pour une meilleure prise en compte de ces changements ?

La Mission Risque a souhaité initier une **réflexion collective et transverse** en organisant une journée scientifique et technique en collaboration avec le Service Gestion du Patrimoine Naturel Arboré, Service GEMAPI et Service Ouvrages d'Art et Risques Naturels, avec l'aide du PARN. Cette journée avait pour objectif d'aborder l'ensemble des questions posées : présenter un état des lieux des connaissances et des projets de recherche en cours, en s'appuyant sur le réseau scientifique grenoblois et alpin, partager les problématiques en inter-service et commencer à aller vers des solutions de gestion intégrée de ces phénomènes.

Retrouvez les présentations et photos du séminaire à l'adresse suivante : <https://risknat.org/24-09-2024-seminaire-linstabilite-forestiere-sur-les-versants-connaissances-risques-et-impacts/>

Introduction des élus métropolitains

M. Jean Yves PORTA, Conseiller Métropolitain délégué aux Risques Naturels et technologiques

JY. Porta rappelle les changements observés ces dernières années sur les versants boisés du territoire métropolitain, avec une recrudescence d'arbres malades et d'arbres qui tombent. Les élus se posent la question de comment entretenir ces versants boisés pour les stabiliser. Avec le changement climatique, on connaît de manière croissante une alternance de périodes de sécheresse et de pluies intenses sur le territoire. Ces épisodes pluvieux intenses ont des impacts très importants sur nos ouvrages d'art, qui protègent les habitations, les infrastructures et les enjeux routiers. Par exemple, le 19 décembre 2021, on a connu des épisodes assez marquants avec de nombreuses chutes d'arbres qui sont survenus en même temps sur les trois massifs qui entourent la métropole. Ça nous pose vraiment question sur comment les stabiliser et sur les coûts financiers. On doit prioriser pour rétablir les axes communautaires. On a vraiment besoin de l'appui de la communauté scientifique pour arriver à anticiper ces phénomènes. La meilleure gestion de crise c'est celle qu'on a évitée. Le Plan intercommunal de sauvegarde (PICS) doit être mis en place pour la fin de l'année 2025. Le directeur de projet « résilience territoriale » (Cyrille Jacob) travaille sur l'organisation interne d'ici le prochain mandat, pour que les futurs élus puissent s'en emparer.

Mme Cyrille PLENET, Vice-présidente de Grenoble-Alpes Métropole chargée de l'agriculture, de la filière bois et de la montagne

L'enjeu pour la politique forêt est d'acquérir davantage de connaissance sur l'évolution de la forêt dans les années qui viennent pour essayer d'être en anticipation et en planification sur comment gérer la forêt métropolitaine de demain, sur l'ensemble des massifs forestiers. On se trouve au carrefour entre politique risques, ouvrages et forêt qui se rencontrent à l'occasion de ce séminaire, en lien aussi avec GEMAPI.

Introduction / cadre de la journée

Carine PEISSER, PARN / **Vincent BOUDIÈRES**, Mission Risques GAM



Le changement climatique observé dans les Alpes se caractérise par un réchauffement plus rapide que la moyenne, une alternance de sécheresses et de précipitations intenses, ainsi qu'une modification des aléas en intensité et fréquence. Les villes et métropoles alpines présentent une forte exposition à des aléas hydrologiques et gravitaires à cinétiques rapides, et de forts enjeux (espaces d'aménagement contraints, accès routiers sensibles). Dans le contexte de la Métropole Grenoble Alpes, on constate des chutes d'arbres plus fréquentes aux conséquences multiples, qui soulèvent des questions concernant l'ampleur des phénomènes observés, leurs causes, leurs conséquences à court et moyen terme, les solutions à y apporter, ainsi que la nécessaire évolution des pratiques pour mieux prendre en compte ces changements. Cette journée a pour objectifs d'apporter des éléments de réponse à ces questions, à travers (1) un état des lieux des connaissances scientifiques et techniques et (2) des ateliers de travail pour « aller ensemble vers des solutions de gestion intégrée ». Ces travaux concourent aux objectifs : (1) du Plan Climat Air Energie Territorial Métropolitain (PCAETM), qui fixe des objectifs pour le territoire et un programme d'actions et de suivi pour les atteindre, en mobilisant tous les acteurs ; (2) du programme d'actions Territoire Alpin de Gestion Intégrée des Risques Naturels (TAGIRN) « Grenoble, métropole alpine résiliente », qui permet d'accompagner les élus à agir pour leur territoire face aux risques naturels. Ils s'inscrivent dans le cadre de 3 projets Espace Alpin : ADAPTNOW, ForestEcoValue et MOSAIC¹. Ces programmes contribuent au développement d'une approche systémique des problématiques de gestion, qui implique de travailler en collaboration en interservices avec la métropole et avec l'ensemble des communes.

¹ <https://risknat.org/projets-en-cours/>

Etat des lieux des connaissances scientifiques et techniques

Impacts du changement climatique sur la stabilité forestière et évolution des rôles écosystémiques de la forêt



Frédéric BERGER, INRAE, président du PARN

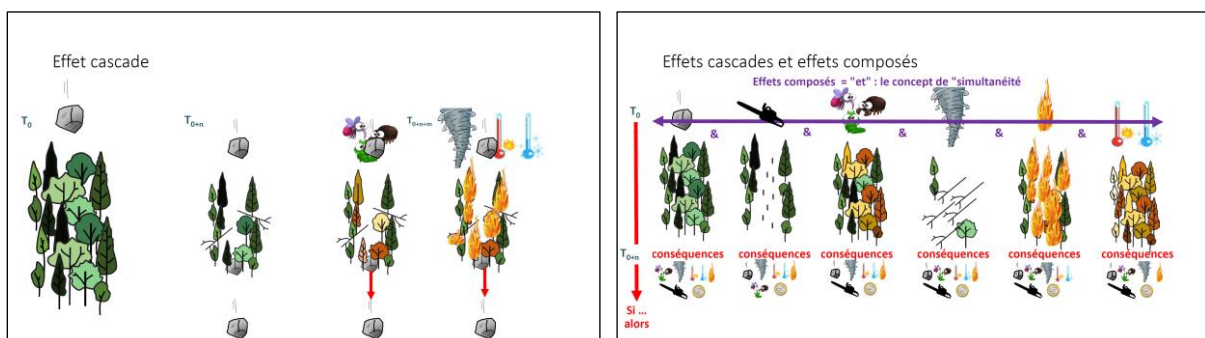
Le changement climatique combine une tendance globale au réchauffement des températures et une modification de la distribution des événements extrêmes, avec des oscillations plus marquées entre les épisodes humides et les épisodes secs, avec notamment des phénomènes de pluies intenses sur des laps de temps très court. Comment accompagner cette adaptation aux nouvelles conditions climatiques ?

Le sylviculteur effectue un travail d'équilibriste sous de nombreuses contraintes. Les forêts de montagne sont aujourd'hui soumises de manière croissante à une **modification de l'aire de répartition des espèces** et à des **perturbations du fonctionnement des arbres et des écosystèmes forestiers** (sécheresses, parasites, incendies, tempêtes...). Par exemple, le bostryche est capable de pondre 80 œufs/an et il en faut 4000 pour attaquer un arbre ; une seule femelle peut donc produire suffisamment pour attaquer 128 arbres. Ces perturbations se traduisent par une fragilisation des arbres, qui deviennent plus sensibles au vent (ex. tempête Vaia) et aux parasites (situation de crise sanitaire dans les forêts nord-alpines), une perte de résistance mécanique, une **réduction de leur capacité de protection** contre les aléas gravitaires (moindre interception de la neige et des chutes de pierres) et une **augmentation du taux de plantations en échecs**. Le forestier fait donc face à de **fortes incertitudes** dans le choix des essences concernant leurs capacités de résilience et de protection dans le climat futur.



Incendies du Néron (2003) et de Voreppe (2022). Tempête Vaia (à droite).

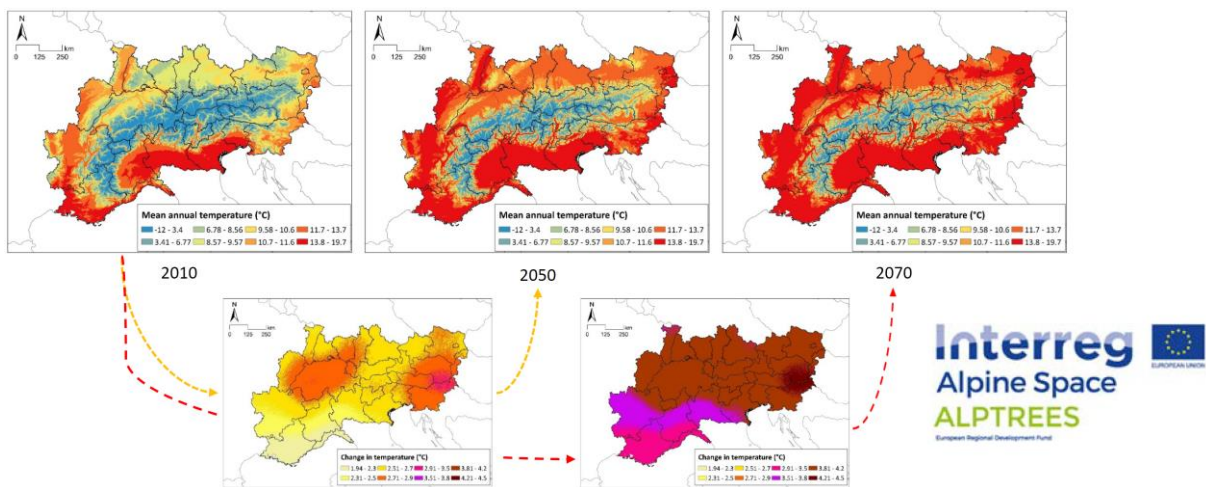
Le changement climatique s'accompagne aussi d'**effets cascades** (plusieurs phénomènes successivement) et d'**effets composés** (plusieurs problèmes en parallèles). Par exemple, la catastrophe de la Bérarde, résultant d'une combinaison entre forte pluie, forte fonte et vidange d'un lac glaciaire, est typiquement un risque composé.



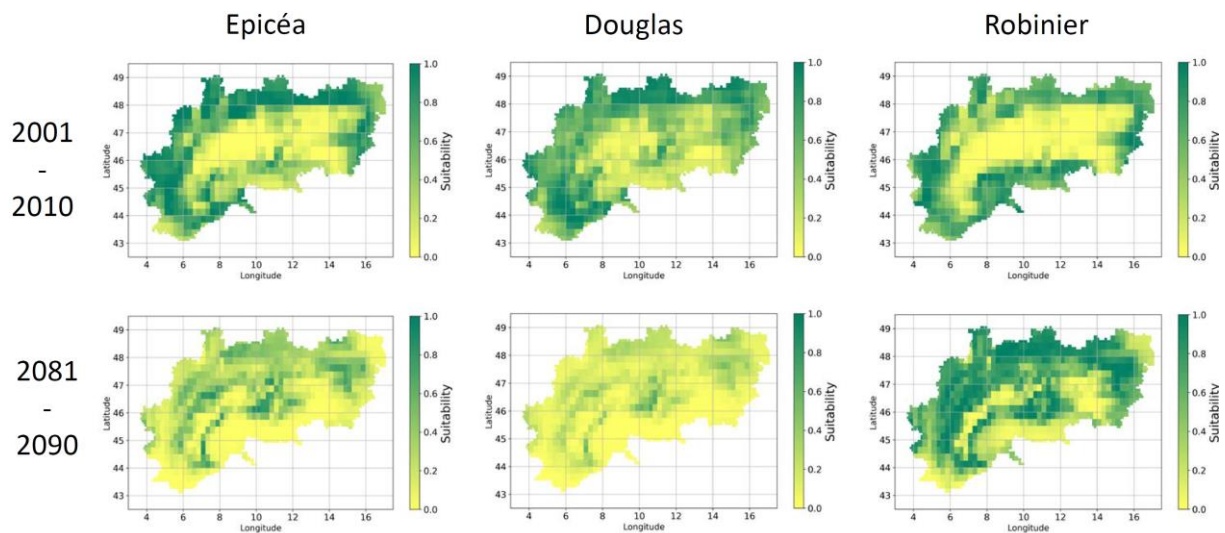
Exemples d'effets en cascade et d'effet composés.

De nouveaux **défis** émergent face à ces phénomènes composés, notamment pour évaluer la fréquence et l'ampleur des perturbations naturelles, caractériser la dynamique forestière aux effets du changement climatique (distribution des espèces d'arbres...), adapter la gestion forestière à ces effets, développer une véritable gestion intégrée des risques naturels et trouver des financements appropriés (qui paiera pour quoi ?). Le défi actuel concerne la gestion des impacts des événements composés liés au changement climatique sur les Solutions Fondées sur la Forêt.

D'après les résultats du projet ALPTREES concernant la projection des **niches écologiques**, basée sur scénarios du GIEC, toute la périphérie des Alpes va être très fortement impactée : l'épicéa risque de disparaître, le douglas va avoir des problèmes, le robinier lui va être bien adapté. Ces changements pointent la question des incidences sur les secteurs de la sylviculture, du bois et de la filière bois : le "système" est-il résilient ? qu'est-ce qu'un socio-écosystème résilient ?

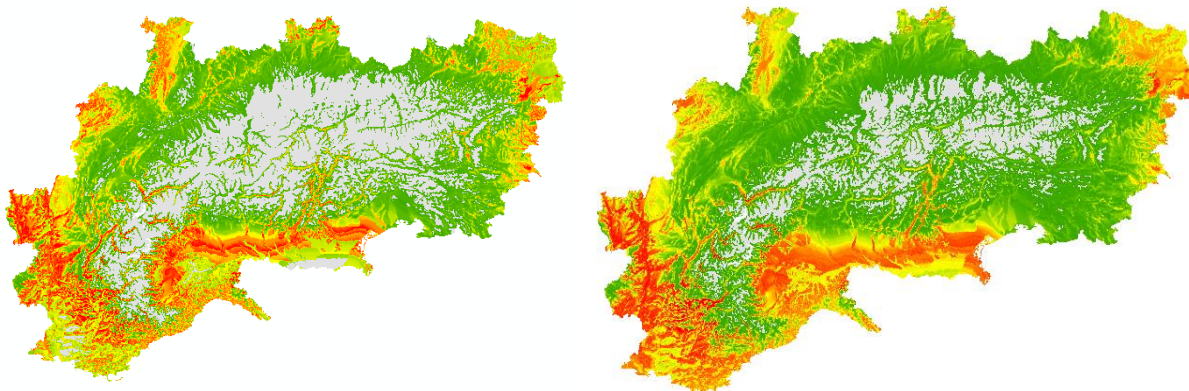


Température moyenne annuelle dans la région alpine (année de référence 2010 ; projections : 2010-2070)



Conséquences probables des changements climatiques pour les espèces d'arbres (RCP8.5)

Le modèle ClimEssences, proposé par le RMT AFORCE, met à disposition une série d'aides pour le **choix des essences** (espèces forestières arborées) dans le contexte du changement climatique (cf. exemples pour l'épicéa, le hêtre et le pin noir (particulièrement problématique dans les Alpes du Sud).



Modélisation cartographique de la compatibilité climatique des essences dans la Région Alpine : somme pour les espèces alpines (à gauche) et pour toutes les espaces (à droite). **Code couleur ?**

Le pourcentage de plantations en échec montre que les espèces qu'on utilise actuellement ne sont pas forcément adaptées aux conditions climatiques.

D'après le bilan de santé des forêts (bulletin du Département Santé des forêts), la région AURA est considérée comme en crise sanitaire, avec > 20-25% de la forêt touchée par le bostryche. On constate à nouveau une montée en puissance de la pyrale du buis en 2024.

Le changement climatique accroît également le risque d'incendie. Par exemple lors de la canicule de 2003, toutes les forêts de la Métro étaient soumises à un risque fort.

On travaille sur la résistance mécanique des arbres : oscillation (non-destructif), ce qui permet d'observer une différence notable entre arbres sur pied. Des tests de résistance mécanique sont réalisés sur les espèces invasives, car il va peut-être falloir composer avec elles dans la gestion des forêts de protection.

Le principal problème avec le bostryche n'est pas sur le tronc mais sur le système racinaire, avec une perte d'ancrage qui provoque un basculement des arbres et une perte de résistance mécanique de l'ordre de 93%.

Les projections d'évolution de la perte de biomasse en fonction de l'augmentation des températures montrent une perte plus importante pour le hêtre que pour l'épicéa (les feuillus se décomposent bien plus vite que les résineux).

Il convient aussi de prendre en compte la capacité de résistance fongique et aux insectes des différentes essences d'arbres (tableau ci-dessous).

"durée de service"	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Résistance fongique	Insectes lignicoles/lignivores)
15-25 ans	Robinia	Robinia pseudoacacia		
	Chataignier	Castanea sativa		
	If	Taxus baccata		
	Chêne	Quercus robur		
10-15 ans	Mélèze	Larix decidua		
	Douglas	Pseudotsuga menziesii		
	Pin sylvestre	Pinus sylvestris		
5-10 ans	Epicéa	Picea abies		
	Sapin blanc	Abies alba		
	Orme	Ulmus glabra		
	Frene	Fraxinus excelsior		
	Tremble	Populus alba		
< 5 ans	Aulne vert	Alnus incana		
	Bouleau	Betula pendula		
	Erable sycomore	Acer pseudoplatanus		
	Hêtre	Fagus sylvatica		
	Charme	Carpinus betulus		
	Saules	Salix spp.		

Capacité de résistance fongique et aux insectes pour différentes essences d'arbres. Les attaques les plus marquées sont indiquées en rouge et rose clair.

Messages à retenir

- Des sources de documentation disponibles
- Un forçage climatique à cinétique rapide
- Des incertitudes mais des tendances modélisées qui se confirment
- Prise en compte des effets composés qui intègrent les effets cascades (simultanéité de petits phénomènes peuvent conduire à des catastrophes, donc c'est de la cartographie fine...)
- Anticiper pour éviter de courir derrière l'urgence
- Formations/échanges... Living Lab forestier
- Une possibilité : les marteloscopes > session de formation/échanges in situ, avec des indicateurs, à l'échelle alpine
- Les arbres peuvent aussi servir de support pour ancrer des ouvrages : pose la question du choix des arbres

Discussion

- En tant que citoyen, on voit 3 arbres qui tombent, ce que vous nous dites c'est que les phénomènes à l'œuvre sont massifs. Comment peut-on nous apprendre à voir ? *Réponse* : C'est une question cruciale. Ce que voit le commun des mortels. C'est souvent un signe avant-coureur de quelque chose de plus conséquent et d'une déstabilisation de plus grande ampleur. Implique d'avoir une gestion intégrée des risques, une cartographie fine des phénomènes, ex. du bostryche on a des tâches, ça s'étend de partout. Un phénomène qui prend naissance sur une commune et se propage aux autres. Idem pour les incendies.
- Qui paie pour quoi ? : il n'y a pas une solidarité flagrante. Il faut développer la culture du risque.
- C'est un forum, une décision collective : si l'on veut que les gens adhèrent il faut mettre en place une vraie gouvernance. Le martéloscope (parcelle forestière rectangulaire dans laquelle tous les arbres sont numérotés, mesurés et cartographiés) est un bon outil pour ça.
- Le scientifique n'est pas dans sa tour d'ivoire. C'est aussi par les retours de terrain qu'on va développer la connaissance et des outils, donc n'hésitez pas à nous contacter !

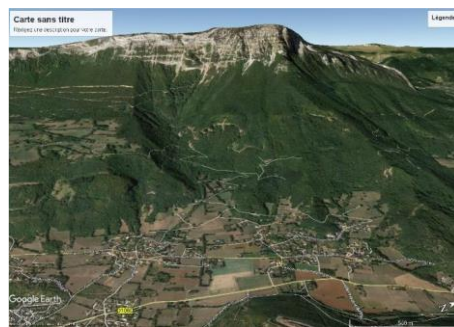
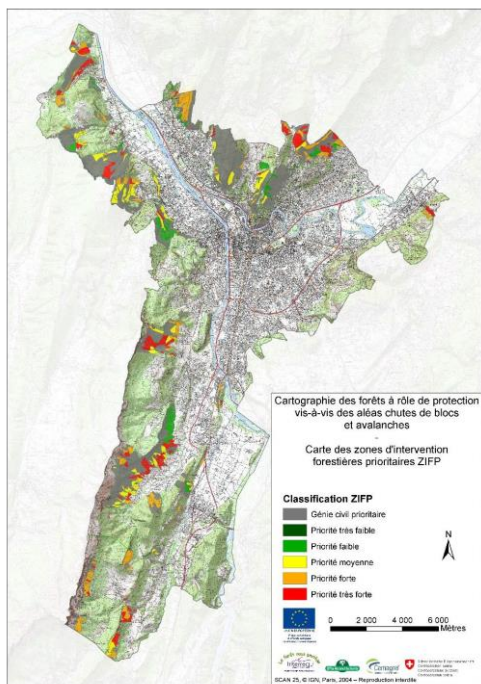
Constats d'un questionnaire de forêt à la fois gestionnaire de risques : pratiques sylvicoles et interaction forêt/glisement de terrain



Rémy MARTIN, ONF-RTM / Henri MOULIN, ONF

Le territoire de Grenoble Alpes Métropole comporte 28 500 ha de forêt (53 % boisé), dont 25% de forêt publique. La **cartographie des forêts à fonction de protection** (projet Interreg IV IFP) a conduit à identifier les aléas chutes de blocs et avalanches et à caractériser les enjeux, qui ont été cotés. Ce travail a permis de définir des zones d'intervention prioritaires (1600 ha en ZIFP forte et très forte), sur lesquels il conviendrait d'intervenir pour restaurer ou améliorer le rôle de protection. A l'issue de ces études, un atlas édité par la Métropole présente les résultats par commune.

La Métro a soutenu entre 2013 et 2020 la réalisation d'une vingtaine de **chantiers en forêt à fonction de protection**, avec une animation auprès des communes, un soutien au portage de projets et un apport de financements complémentaires pour intervenir en forêts communales. Des exemples de travaux réalisés sur la commune de Claix sont présentés. Face aux problèmes rencontrés sur ce chantier (arbres penchés sur la route, arbres instables dans le versant, absence de renouvellement et faible diversité), les solutions proposées consistent à éliminer les arbres instables susceptibles de basculer, à constituer des éléments de rugosité avec les bois abattus, à favoriser les arbres stables structurants pour améliorer la stabilité du peuplement et à enclencher le renouvellement forestier par régénération naturelle.



Les menaces qui pèsent de manière croissante sur la forêt à fonction de protection (changement climatique, risques sanitaires, incendies, renouvellement insuffisant) nécessitent d'**adapter la gestion forestière**. Il existe des aides pour ce faire (ex. appel à projet 2024 de la DRAAF du Ministère de l'agriculture).

Des exemples de chantiers conduits par l'ONF-RTM dans les Alpes du Nord illustrent différentes problématiques rencontrées en forêt de protection, notamment en matière de gestion des flottants et d'instabilité des terrains, sur des versants souvent difficiles d'accès (voir la présentation). Par exemple, sur le versant de Brame farine à Allevard (38), on observe une recrudescence de glissements de terrains superficiels entraînant des arbres, qui s'explique par une modification des circulations d'eau liée à l'abandon des activités historiques de gestion des eaux sur ce versant.

En conclusion :

- Pour le **diagnostic**, il convient d'adopter une approche systémique des interactions entre forêt et aléas (la forêt évoluant, son effet sur les phénomènes évolue et inversement), sans oublier l'évaluation des enjeux, en adoptant une logique de quantifier l'effet des actions mises en œuvre. La quantification de l'action de la forêt sur le niveau d'aléa reste difficile. Elle nécessite des outils de modélisation adaptés, ainsi qu'une expertise spécifique sur la dynamique d'un milieu vivant. Cette expertise est plus avancée pour les chutes de bloc que pour les glissements de terrain². La gestion des versants de montagne doit également s'adapter à une modification notable des circulations d'eau impactant les phénomènes de glissements ces dernières années (les choses ont changé très vite en montagne).
- Pour les **projets de travaux** et la **gestion forestière**, les principales difficultés concernent la gestion du foncier, la gestion des autorisations environnementales (les dossiers sont de plus en plus compliqués), ainsi que la mise en œuvre de travaux forestiers spécifiques en conditions d'accès difficiles (dans le cadre du droit du travail certains ne sont pas possibles en France. Les évolutions observées pointent également la nécessité de passer à une logique de gestion de la forêt comme un dispositif de protection.

² Martin R., Robert Y., Dupire P., Fayard O., Carlados S., Histoire de l'usage des modèles de propagation de blocs dans un organisme gérant des problématiques de risques naturels en montagne. *Rev. Fr. Geotech.* 2022, 170, 4. <https://doi.org/10.1051/geotech/2021031>

Discussion

- La gestion foncière est un point essentiel, mais il est souvent difficile d'aller chercher les propriétaires privés, parce qu'on a un parcellaire très éclaté. Quel soutien financier peut leur apporter la collectivité, déjà pour les fédérer ? L'ONF peut-il intervenir en expertise (ne peut pas intervenir en forêt privée) ?
Réponse : Ce constat est partagé. La base reste ce projet de coordination. L'ONF manque de moyens. Les CNPF sont très peu nombreux et l'ONF n'a pas vocation à intervenir en forêt privée.
- La question se pose également concernant l'entretien de la desserte forestière. Si le propriétaire n'a pas d'intérêt direct c'est compliqué d'intervenir. *Réponse* : Les particuliers n'ont jamais payé. Pour intéresser le particulier, le prisme c'est la responsabilité. Pour rappeler la loi, on est responsable des choses qu'on a sous sa garde (ex. le propriétaire est responsable aussi des dégâts causés à l'aval d'une barre rocheuse située sur son terrain). La jurisprudence est en évolution constante autour de ça. Dans les cas où l'il y a une recherche de responsabilité, on trouve le plus facilement de solutions financières.

Outils pour l'évaluation des effets des forêts sur la stabilité des pentes et des berges



Maximilliano SCHWARZ, Professeur de pédologie forestière, *BFH Bern University of Applied Sciences*

L'association ECORISQ et des universités travaillent à la création d'outils pour la gestion des forêts de protection³. Les processus pris en compte sont l'érosion des berges, les glissements de berges et les glissements superficiels, sur lesquels on cherche à évaluer les effets positifs ou négatifs de la forêt, ainsi que les combinaisons des facteurs (effets composés). Il est difficile de quantifier ces processus et l'effet des forêts sur les dangers naturels. Cela nécessite de rassembler toutes les spécialités, afin de pouvoir fournir une base quantitative pour prendre des décisions.

Différents outils sont aujourd'hui disponibles pour travailler à différentes échelles décisionnelles. Des exemples d'application sont présentés dans 3 différentes situations.

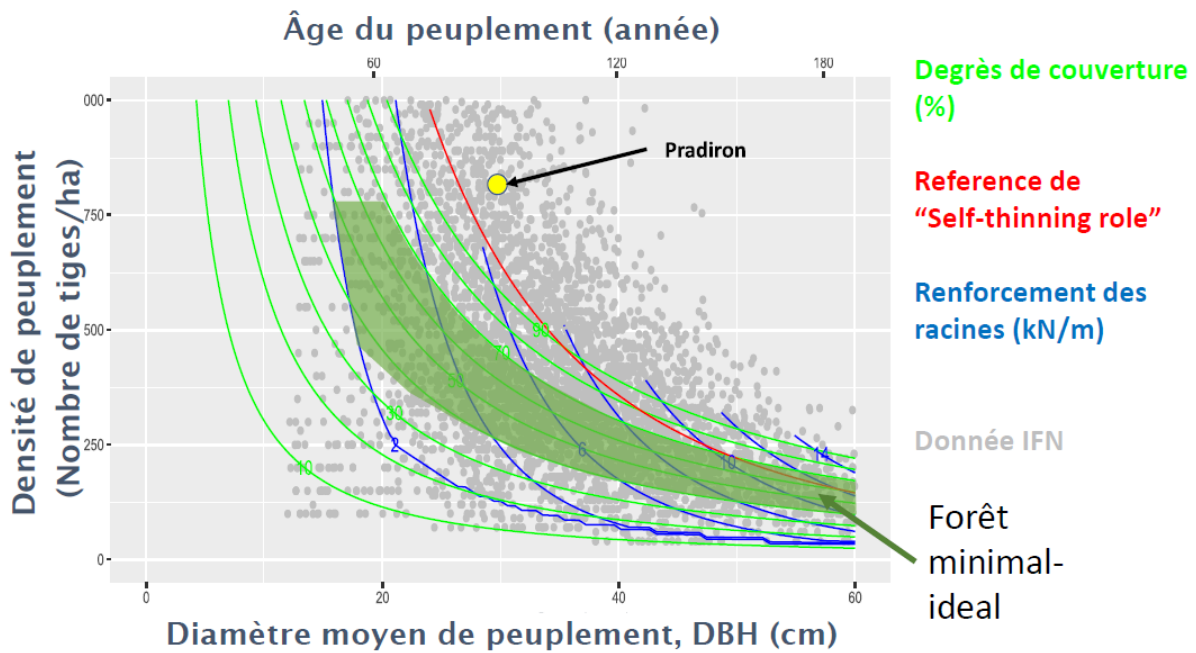
Échelle du peuplement	Échelle du bassin versant	Échelle régionale
<ul style="list-style-type: none">• Évaluation rapide des dangers• Soutien à la décision pour les mesures sylvicoles et de bioingénierie	<ul style="list-style-type: none">• Cartes des dangers• Priorisation basée sur le risque des mesures sylvicoles et de bioingénierie	<ul style="list-style-type: none">• Cartes indicatives des dangers• Classification des forêts protectrices

Décision à l'échelle du peuplement avec SlideforNET : mesures sylvicoles et optimisation de la fonction protectrice

SlideforNET est une application web conçue pour l'évaluation sur le terrain de la probabilité de glissements de terrain peu profonds induits par les précipitations dans les pentes végétalisées. Cet outil est conçu pour quantifier rapidement les effets stabilisateurs de différents types de végétation grâce au renforcement des racines basales et latérales. On peut tester différents scénarios en combinant différentes données d'entrée (essences, dimension des arbres, structure de peuplement). Dans le cas de bois flottants mobilisés par des glissements superficiels, on peut prendre des mesures structurelles pour optimiser la fonction de protection, ou bien enlever la forêt (cf. schéma décisionnel). Il faut avoir une base quantitative pour prendre ces décisions. Les résultats permettent d'apporter des réponses aux questions suivantes :

- Quel est le danger actuel de cette pente? Dans quelle mesure la forêt actuelle réduit-elle le danger? Distribution statistique de la probabilité de glissement avec ou sans forêt
- Quel est le potentiel d'une forêt pour réduire le danger ? Quelle est la structure durable d'une forêt protectrice idéale dans ce contexte particulier ? L'outil permet de tester la combinaison de différents facteurs (âge de peuplement, densité de peuplement, diamètre moyen) représentés sur un diagramme, pour décider des conditions idéales de la forêt requises pour avoir la meilleure fonction de protection.

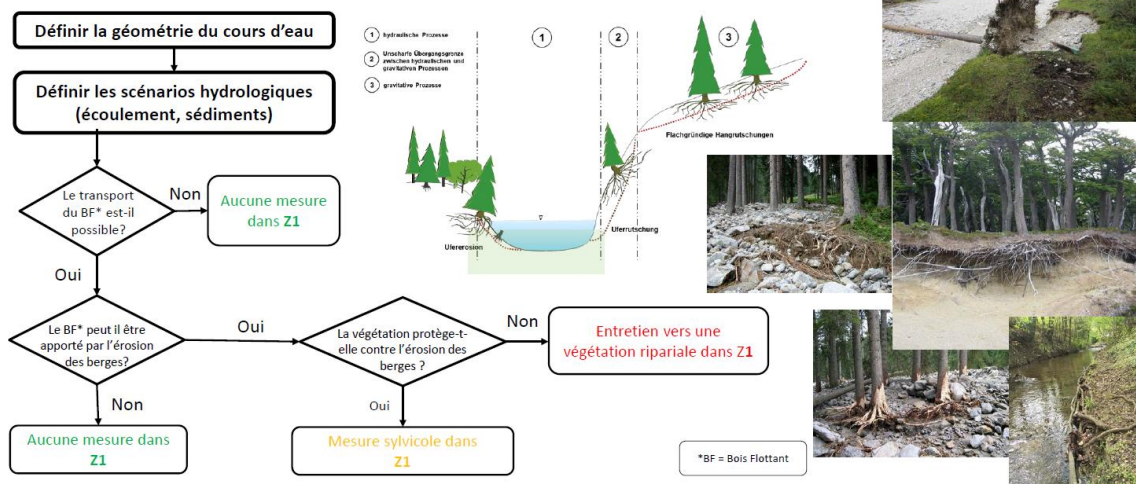
³ <https://www.ecorisq.org/ecorisq-tools>



Décision à l'échelle du peuplement avec BankforNET : concernant l'érosion de berges

BankforNET simule l'érosion hydraulique des berges des cours d'eau en fonction de la morphologie du canal, du matériau des berges, des racines de la végétation et du scénario d'écoulement. Il s'agit d'un modèle probabiliste unidimensionnel qui applique un caractère aléatoire aux paramètres d'érosion du sol. Le modèle utilise une équation empirique de contrainte de cisaillement excessive, où les effets des racines sont mis en œuvre en adaptant la contrainte de cisaillement critique dépendante du matériau pour prendre en compte la distribution spatio-temporelle du ratio de surface racinaire (RAR), la dynamique de la géométrie du canal et le débit du cours d'eau. Cet outil vise à aider les experts à quantifier les risques d'érosion des berges et les effets des mesures biologiques.

schéma décisionnel pour les bois flottant



Décision à l'échelle du bassin versant avec BankforMAP et SlideforMAP : Priorisation des mesures sylvicoles basée sur le risque

SlideforMAP est un modèle probabiliste permettant d'évaluer la probabilité de glissements de terrain peu profonds à l'échelle régionale, en mettant explicitement l'accent sur les scénarios de végétation. SlideforMAP utilise un calcul fini de la stabilité des pentes qui inclut le rôle du renforcement des racines, à la fois latéral et basal, et la compression du sol au niveau du pied. SlideforMAP génère un grand nombre de

glissements de terrain positionnés aléatoirement sur la trame avec des propriétés du sol, une épaisseur du sol et une zone de glissement de terrain générées aléatoirement pour calculer la probabilité de rupture à l'échelle régionale. Le renforcement des racines peut être pris en compte en utilisant soit les données de détection d'un seul arbre disponibles pour 10 espèces d'arbres différentes, soit un raster d'utilisation des terres.

L'outil permet d'identifier les forêts à fonction de protection dans le bassin versant et d'étudier lesquelles contribuent au danger en raison du transport de bois flottant. On peut aussi simuler une forêt future potentielle et les sources de sédiments pour la rivière, et calculer les risques pour chaque peuplement, ce qui constitue une bonne base pour prioriser les interventions.

Messages à retenir :

- Selon le processus, la végétation remplit une fonction de protection grâce à des mécanismes différents.
- En cas de glissement de terrain superficiels et d'érosion des berges, le renforcement racinaire est l'effet le plus important.
- Le renforcement racinaire est un facteur variable qui peut être optimisé pour la gestion forestière.
- Les dangers liés aux arbres (chutes ou bois flottant) peuvent être réduits dans une certaine mesure grâce à la priorisation des opérations forestières.

Discussion

- Les solutions peuvent être synergiques, travailler un cortège d'essences plus diversifié. Est-ce qu'au niveau des glissements un bon mélange (avec des essences qui prospectent plus en profondeur ou en latéral) peuvent avoir un bon effet ? *Réponse* : Oui au niveau de l'interaction on a mélangé des essences qui rentrent en compétition et alors les racines vont être encore plus profondes, on connaît ça mais c'est très difficile à quantifier et à modéliser.
- Ces outils sont libres et sont disponibles sous forme d'applis utilisables sur téléphone. Les autres produits pour l'échelle du bassin versant sont gratuits pour les membres de l'association.

Bois en rivière et gestion des embâcles

Guillaume PITON, INRAE



Nos rivières ne transportent pas que des sédiments, mais parfois aussi de grandes quantités de bois flottant, qui peuvent accroître les risques associés aux crues en créant des embâcles.

D'où vient le bois flottant ?

Il y a différentes sources, : avalanches, glissements de terrain, torrents affluents, érosions de berges, bois mort tombé sur place dans le lit du cours d'eau et dépôts anthropiques (scieries, grumes). Ces sources sont plus ou moins significatives selon le type de cours d'eau (petits cours d'eau ou rivière, de montagne ou de plaine). Les glissements et les érosions de berge sont les sources prépondérantes.

Ce bois flottant n'est pas nécessairement du bois mort. On sait bien que les bandes actives des rivières et torrents montrent des cycles de contraction (période de calme hydrologique) et d'expansions (crues morphogènes). Pendant les crues morphogènes, la quantité de bois vivant présent sur les zones érodées est largement supérieure à la quantité de bois mort présent dans le lit et recruté dans la zone inondable. Pendant ces crues morphogènes, la très grande majorité du bois flottant est du bois vivant, frais.

L'estimation de la production de bois flottant repose sur des analyses historiques, des formules empiriques et des analyses SIG. Elle est soumise à une très forte variabilité et une grande incertitude entre les scénarios bas/moyen/haut. Avec loi empiriques (issues d'un guide suisse), on encadre correctement ces phénomènes. « À chaque fois on est impressionné par les volumes qui peuvent sortir ».

Quelle est sa mobilité ?

On identifie 3 paramètres principaux contrôlant le transfert des bois flottants (L/B, D/H, morphologie). La mobilité du bois flottant augmente si : (1) La largeur du cours d'eau (B) est grande par rapport à la taille des pièces de bois (L) ; (2) La hauteur d'eau (H) est importante par rapport au diamètre des pièces de bois (D) ; (3) L'écoulement est homogène et la morphologie du chenal est uniforme.

Différents régimes de fonctionnement spatial et temporel sont observés dans la mobilité du bois flottant. Au niveau spatial, on distingue 3 zones (tête de bassins / petites rivières / grandes rivières) avec surtout des problèmes en zone de transport limité (torrents et petites rivières). Au niveau temporel, le bois flottant est plus mobile pendant la montée de crue.

L'évaluation de la distance de transport des pièces de bois flottant se heurte à un déficit important de données. La mobilité type est de l'ordre de quelques centaines de mètres pour les petites rivières et beaucoup plus forte pour les grandes rivières. Le bois est moins mobile que ce qu'on croit dans les petites rivières.

Pourquoi s'arrête il ?

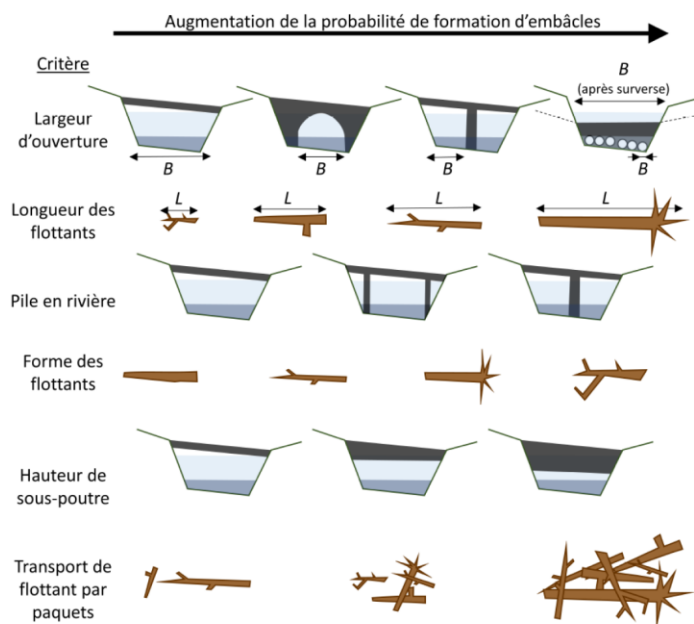
Généralement, des accumulations de bois se créent au niveau de verrous hydrauliques (ponts, ouvrages hydrauliques, sections étroites). Différents critères conditionnent la probabilité de formation d'embâcle :

Blocage aux ponts et ouvrages hydrauliques

La probabilité de formation d'embâcles augmente :

- Pour de faibles largeurs de chenal (ouvrage ou simplement chenal étroit)
- Pour de fortes longueurs de flottants L
- En présence de pile(s) en rivières
- En présence de troncs pourvus de racines et/ou de branches
- Pour les ouvrages de faible hauteur H (faible section de passage), mis en charge plus probablement
- Si les flottants sont transportés par "paquets" plutôt que séparément

INRAE

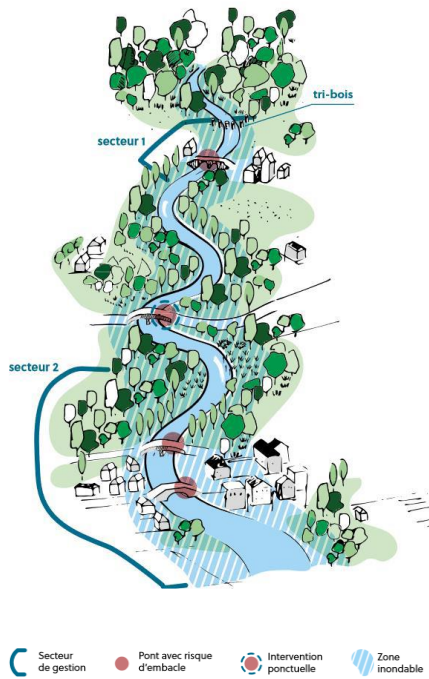


Comment gérer ses effets indésirables ?

Pour protéger les ponts et dalots contre les embâcles, il est parfois nécessaire d'adapter voire de remplacer l'ouvrage (ex. du Pont Mezet sur l'Isère à Moûtiers, remplacé en 2018). Une autre solution est d'ajouter des **défecteurs** sur l'ouvrage, qui remplissent différentes fonctions : réorienter certaines pièces permettant leur passage dans l'ouvrage, augmenter la surface d'étalement de l'embâcle en diminuant sa compacité et les pertes de charge associées, et déporter l'embâcle en amont de l'ouvrage où son retrait est facilité.

On peut également installer des ouvrages transversaux pour piéger les bois flottants (ex. « peigne à sédiments »). Dans le cadre du projet « Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations » (AE-RMC), un **retour d'expérience sur les pièges à bois flottant**⁴ a été effectué sur des cours d'eau du territoire Rhône-Méditerranée-Corse équipés de ce type d'ouvrage. L'avantage de ces ouvrages est qu'ils exigent un effort d'entretien faible.

⁴ <https://hal.inrae.fr/hal-03926944>



Une approche globale de la gestion des bois flottants repose sur la définition d'un **plan pluriannuel de gestion de la végétation**. Dans le cadre du Réseau Régional des Gestionnaires de Milieux Aquatiques (RRGMA), l'Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement (ARBE) a réalisé un guide pour la gestion de la végétation dans le cadre de la compétence GEMAPI⁵. Il préconise d'organiser la gestion du bois mort par secteur délimité selon les enjeux adjacents et les verrous hydrauliques. L'intérêt général est cantonné dans certains secteurs, dans les autres secteurs la gestion relève des particuliers. L'entretien mené n'est pas nécessairement identique tout le long de ce secteur mais dépendra de l'état des boisements et des buts techniques prédéfinis par secteur et sur d'éventuels sites ponctuels. Autre nouveauté, il faut gérer de manière différentes les éléments structurants (grosses pièces immobiles, à ne pas débiter sinon on les rend mobiles) et les petites pièces mobiles. Enfin, quand on débite des flottants, il faut les évacuer donc les mettre dans le lit, pour qu'ils partent avant le pic de crue mais également pour s'habituer à les voir passer, sinon on ne voit jamais de bois dans les cours d'eau !

Messages à retenir

- Le bois flottant est principalement issu de l'activité géomorphologique du bassin versant, sa présence est systématique lors des crues morphogènes, il faut vivre avec.
- Le bois flottant est très peu mobile dans les petits cours d'eau, moyennement mobile dans les petites rivières et très mobile dans les grandes rivières.
- Il s'arrête de façon préférentielle si la largeur d'écoulement est inférieure à la longueur des grandes pièces mobiles, si la hauteur d'écoulement est inférieure au diamètre (y compris les branches et racines) et si les écoulements sont diversifiés et changeant.
- La meilleure façon d'en limiter les effets indésirables est de maintenir une continuité de son transport, le cas échéant, de choisir les zones de dépôts et de les adapter pour optimiser ce processus.
- Chaque bassin versant étant unique et les données manquantes, il est important de mener un diagnostic pour définir un plan de gestion, et après un événement majeur, il est utile de mener des levés lors des visites et de bancariser ces dernières, par exemple via l'appli mobile INRAE & AE-RMC.

En complément, d'autres ressources bibliographiques (guides techniques, webinaires) sont indiquées dans la présentation. Les flyers à destination du grand public visent à faire évoluer la perception des phénomènes de bois flottant par les élus et les habitants, dont le fonctionnement va souvent contre l'intuition.

Témoignage d'une collectivité sur l'évolution des phénomènes et la gestion des problématiques



Anne LESCURIER, CD73

Sur les routes départementales de la Savoie, on constate depuis plusieurs années une fréquence accrue des événements de chutes d'arbres, glissements de terrain et chutes de blocs, ainsi qu'un accroissement des maladies qui déciment des forêts et augmentent les risques de chutes de blocs sur les routes mais aussi sur les chantiers en falaise.

⁵ <https://www.arbe-regionsud.org/Block/download/?id=219971>

Le changement climatique entraîne une augmentation de l'effet « yoyo » dans les températures, des alternances pluie/neige, ainsi que des neiges de plus en plus lourdes, qui entraînent une recrudescence de chutes d'arbres en hiver et provoquent un nombre croissant de coupures de routes par des arbres qui ne supportent pas le poids de la neige humide, nécessitant des campagnes d'abattage en tête de talus routiers. On observe également une fréquence accrue des glissements de terrain liés à de forts événements pluvieux, qui entraînent des pans entiers de forêts dans des secteurs où les arbres ont des racines peu profondes, provoquant souvent un « mikado » d'arbres enchevêtrés. La plupart du temps, on n'a pas la place de mettre un merlon en pied de versant. Pour ne pas mettre en jeu la sécurité du personnel, on ne peut pas le traiter immédiatement ces terrains humides et boueux et il faut arriver à apprécier quel est le risque le plus important entre envoyer des bûcherons dans un glissement et le risque d'atteinte à l'utilisateur.

Une troisième problématique concerne les maladies qui déciment les arbres (pyrale du buis, scolyte, etc.) et provoquent une recrudescence de chutes d'arbres et de chutes de blocs, jusqu'ici stoppés par les buis. Depuis la première attaque par les pyrales en 2016, on observe une accélération des événements, fortement amplifiée en 2020 et 2021 (par ex., on a eu 6 événements depuis 2016 sur la RD 914 là où on n'en avait pas avant). Ces chutes d'arbres décimés par la maladie sont un danger pour les travailleurs, notamment sur les chantiers en falaise. Il faut donc répertorier les arbres menaçants (ce qui peut conduire à faire des coupes à blanc) et intervenir dans des secteurs souvent inaccessibles (tout se fait en hélicoptère). On est donc dans une gestion au fil du temps, qui nous a amené à beaucoup réfléchir. Un partenariat avec l'ONF/IRSTEA est en cours d'élaboration pour réaliser une cartographie des zones touchées (état des lieux, télédétection satellitaire, campagne d'investigations in situ) et des routes exposées. Une priorisation des zones de traitement sera effectuée par l'ONF pour le compte du CD73 (coupes sanitaires).

Afin de lutter contre les glissements superficiels et les instabilités du manteau neigeux, le Service risques naturels du Conseil départemental s'est doté en 2016 d'un accord-cadre de génie végétal à bons de commande, attribué à l'ONF. Cet accord-cadre permet la réalisation et l'entretien de travaux de génie végétal avec des techniques de stabilisation et/ou drainage de glissements superficiels ou de stabilisation du manteau neigeux (actuellement 2500 arbres replantés/an pour un montant de 500 000 €.HT annuels). Tous les chantiers sont associés à une évaluation de l'effet des travaux réalisés.

Différents types d'ouvrages de génie végétal sont présentés : trépiés et reboisement pour stabilisation des coulées de neige (photos ci-dessous), fascines, lit de Plançons, ouvrages bois, drainage par fagots de bois, traitement de talus par végétalisation, et technique de la Gratta Viva.



Traitement de coulée de neige par reboisement à l'aide d'un trépié à la française (avant/pendant/après) à Plan Dernier (RD 218B)

Les **fascines** sont utilisées depuis très longtemps, sur lesquelles on va élever des végétaux endogènes et à peu près à la même altitude (ça fait partie du cahier des charges) pour stabiliser le terrain.



Stabilisation d'un glissement superficiel par fascinage (avant/pendant/après) dans la Ravine de la Ravoire (RD 119)

Le principe du **lit de plançons** avec des essences de provenance locale permet la même traçabilité pour intervenir dans la stabilisation de glissement superficiel, mais ces chantiers restent compliqués à gérer.



Stabilisation d'un glissement superficiel par lit de plançons (avant/pendant/après) à Albiez-le-Jeune (RD 80)

Les **grumes anti-reptation** sont utilisées pour stabiliser le manteau neigeux (sur des pentes pas trop fortes) avec des ancrages (câbles), mais elles ne sont pas suffisantes en cas de très fortes chutes de neige. Les claies permettent de retenir la neige dans les zones de départ.



Stabilisation du manteau neigeux par grumes anti-reptation à Bourg-Saint-Maurice (RD 119) et par claies (à droite)

Les **murs bois** permettent de stabiliser des zones sur lesquelles on va ensuite mettre soit des lits de plançons soit des fagots de bois. La technique des **fagots de bois enterrés** permet d'intervenir dans des zones sans accès avec des matériaux légers (pour ne pas envoyer d'engin sur le site) afin de drainer le versant.



Drainage d'un versant par fagots de bois enterrés associés à des récupérateurs d'eau (avant/pendant/après), Le Levassaix (RD 117)

La technique italienne de la **Gratta Viva** consiste à implanter des casiers en mélèze crayonnés sur le terrain, pour maintenir de la terre végétale couverte par un géotextile et permettre l'implantation des graines. Cette technique a été testée à Tignes en effectuant : un reprofilage pour faire un talus relativement plan, un quadrillage de troncs de mélèze liaisonné, attaché, rempli de terre, recouvert de géotextile (bidim) et ensemencé, puis la plantation d'une végétation arbustive.



Stabilisation d'un talus par Gratta Viva (avant/pendant/après : 2022-2023) à Tignes (RD 87A)

Pour toutes ces techniques il y a des prestations d'entretien relativement longues (*voir la dernière diapo*), qui représentent un coût notable pour le Conseil départemental. Le CD73 travaille avec l'ONF pour évaluer l'option d'entrer comme partenaire financier sur des secteurs de forêt de protection.

Discussion

- Après ces présentations, on voit bien que ces transformations sont massives. On voit que vos interventions sont quasiment. Qu'en est-il de votre réflexion quant à la présence des humains dans des lieux qui sont difficiles à maintenir, des toutes petites routes qui représentent des coûts énormes, donc est-ce que l'adaptation peut être celle pas seulement des arbres mais des humains ? *Réponse* : Ce sont les élus qui décident, ex. sur petites routes qui desservent des hameaux très peu peuplés et qui représentent une charge énorme, c'est une vraie problématique, donc il faut une vraie réflexion avec les élus et les habitants. Mais le fait de délocaliser ces habitants n'est pas de notre ressort.
- On intervient en travaux sur des ouvrages de protection et c'est de plus en plus du bois mort qu'il faut traiter. *Réponse* : Sur ces ouvrages à ma connaissance il y a eu peu de zones concernées. Mais dans certains secteurs le problème se pose sur les zones d'intervention, ça veut dire qu'il y a tout un protocole à mettre en place pour être sûr qu'on intervient en sécurité.

Ateliers « Aller ensemble vers des solutions de gestion intégrée »

- Objectif : en partant des **expériences** des participants, co-construire des **bonnes pratiques** de gestion intégrée des problématiques liées aux chute d'arbres.
- Méthode : rappel des thèmes d'entrée, réflexion individuelle (constats, expériences, bonnes pratiques, questions/problèmes soulevés) et mise en commun.



Table thématique 1 : Etat sanitaire des arbres et adaptation des modes de gestion du patrimoine arboré

Thèmes d'entrée :

- Risques sanitaires
- Risques climatiques
- Modes de gestion

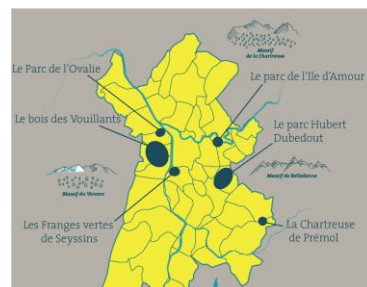
Présentation :

Retour d'expérience du service Gestion du Patrimoine Naturel et Arboré

Sabrina BIBOLLET, Service GPNA, Grenoble-Alpes Métropole / Henri MOULIN, ONF



Les espaces naturels métropolitains de plaine et de coteau sont constitués à 77,5% de surfaces boisées. La fréquentation est variable dans le temps, avec des pics jusqu'à 6000 visiteurs/jours et une fréquentation annuelle jusqu'à 90 000 visiteurs. La Métro gère les arbres sur les espaces du domaine public dédiés aux mobilités, avec un suivi des arbres jusqu'à leur mort. Le Plan canopée métropolitain fixe une ambition forte en matière d'adaptation au changement climatique. Ce cadre permet d'évaluer la vulnérabilité du patrimoine existant.



Depuis la mise en place de ce suivi (3 ans), on observe des aléas qui se cumulent et sont de plus forte ampleur, avec des phénomènes de sécheresse (celle de 2022 a conduit à la révision des arrêtés sécheresse), de nuits tropicales (été 2023), de tempêtes et vents violents, de pluies intenses (3 crues en 2023), ainsi que des problèmes sanitaires (essentiellement des champignons). L'effet cumulé de ces phénomènes (ex. des pathogènes qui se développent après des sécheresse) produit des effets à moyen terme (ex. on observe encore des effets de la sécheresse 2022).

La gestion des **espaces naturels** se fait de manière plutôt curative, avec un patrouillage chaque semaine et en réaction suite aux événements. Concernant la fermeture préventive des espaces naturels au public, il est nécessaire d'articuler les prévisions de Météo France et ce qui se passe réellement sur le terrain (on a de plus en plus d'alertes, mais pas toujours suivies d'événements). Il faut trouver un bon équilibre entre dépenses d'investissement (sobriété des aménagements) et dépenses de fonctionnement (souvent on sous-évalue les coûts d'entretien). Le risque incendie fait l'objet de mesures spécifiques d'information, voire de fermeture d'espaces, avec une coordination intercommunale (ex. au Bois des Vouillants 30 à 40 départs de feu ont été arrêtés cette année).

La gestion des **arbres de voirie** repose sur un suivi avec une visite au moins tous les 5 ans (obligation juridique), une analyse post-échec, la recherche d'un équilibre à trouver sur taille de bois mort, la communication, la culture du risque et des bons comportements (ex. des gens qui s'abritent sous des arbres quand il y a du vent). L'enjeu est de progresser sur la notion de risque acceptable, en faisant passer le message que le risque zéro n'existe pas (si l'on veut garantir l'absence de risque alors on coupe tous les arbres). L'arbre enregistre les perturbations, qui vont se cumuler. Par exemple, après la canicule de 2003 certains arbres sont morts 4-5 ans après. On a aussi une fragilisation des arbres qui vont alors moins résister aux phénomènes violents. L'ensemble des arbres est répertorié dans un atlas des arbres en ligne ouvert aux citoyens⁶.

Résultats de l'atelier 1

Constats partagés

- Ecosystème forestier dynamique (avec des accélérations de l'évolution)
 - Dépérissements liés au changement climatique
 - Enjeu de renouvellement des peuplements
 - Augmentation du nombre d'arbres morts dans certains espaces forestiers
 - Diminution des espaces de fraîcheur en période de forte chaleur et risque incendie accru, impact sur la fréquentation et le tourisme
 - Espèces invasives
 - Différences dans la vitesse des changements (climat, impacts...)
 - Le changement climatique est aussi un révélateur des pratiques passées
 - Toutes les structures de peuplement n'ont pas la même sensibilité
 - La forêt est probablement plus apte que les arbres à s'adapter
- Prise de conscience du rôle des arbres
 - Incroyable solidité, apport des arbres sous-estimé, méconnu
 - Prise de conscience de la valeur des arbres dans l'aire urbaine
 - Différentes échelles de temps : temps des élus VS temps des arbres
 - Travail essentiellement en curatif
 - Difficultés pour identifier les arbres dangereux pour la gestion des sentiers de randonnée
 - Un suivi régulier par des techniciens terrain limite les risques : anticiper
 - Peu de connaissance des citoyens sur l'impact du CC sur l'état sanitaire des arbres
 - Il y a une connaissance « innocente » de l'état sanitaire des arbres (ex. Allée d'Uriage), qu'il faut faire progresser
 - Besoin d'une gestion intégrée, de coordination entre administrations (ex. des Vouillants)
 - Risque acceptable ? Oui mais une responsabilité est recherchée en cas d'accident (voire décès), ex. chute d'arbre qui pourtant était expertisé et jugé sain. Notion de seuil déclenchant pour la fermeture d'un site délicat partagé (fiabilité des alertes)
 - Objectiver la situation avec une pratique nouvelle (gestion du patrimoine arboré)
 - Opter pour des projets pérennes, ouverture d'esprit sur les arbres

⁶ <https://arbres.grenoblealpesmetropole.fr/808-cartographie-des-arbres-metropolitains.htm>

Verrous

- Dépérissement rapide, prenant de vitesse les experts forestiers
 - Prévoir la fréquence et l'intensité des phénomènes et impacts potentiels à court, moyen et long terme : comment mettre en place un patrouillage efficace (moyens humains et financiers dédiés) ?
 - Temps long pour la diversification
 - Comment assurer la bonne reprise des arbres en milieu urbain ?
- Moyens humains et financiers
 - Quels financements face à l'ampleur de la tâche ?
 - Budgets d'investissement VS fonctionnement
 - Qui paie quoi ?
 - Suivi de la base de données. Quel coût pour le suivi et les interventions ?
- Territoire apprenant : sensibilisation des citoyens et des professionnels
 - Quels vecteurs de diffusion de la connaissance scientifique ?
 - Comment former la population à la connaissance de la forêt et de ses fonctions ?
 - Comment se préparer à ces épisodes de mortalité et conséquences en cascade ?
 - Comment partager les enjeux avec les usagers, la population et changer les pratiques (respect des consignes, changer son regard sur les cobénéfices des arbres, etc.) ?
 - Existe-t-il un guide pratique simple à transmettre aux entreprises pour diagnostiquer les arbres présentant un danger ?
- Forêt privée morcelée
 - Les problèmes, les maux, ne s'arrêtent pas aux limites des propriétés, des responsabilités
 - Application des OLD sur un territoire avec une forte division parcellaire, et pourront entraîner des conflits entre propriétaires
 - Maîtrise foncière et légitimité pour agir
 - Comment faire prendre conscience les propriétaires privés, les associer ?

Bonnes pratiques

- Transversalité et gestion intégrée
 - Dialogue régulier Scientifique-Praticien-Gestionnaire-Décideur politique
 - Couplage des risques : décloisonner pour plus de gestion interservices
 - Volet préventif dans la stratégie
 - Limiter l'utilisation du feu dans les espaces naturels et touristiques (ex. interdiction du barbecue)
 - Achat de forêt privée par la commune
- Diversification des pratiques sylvicoles et des essences (plantation d'espèces)
 - Base de données : inventaire des arbres, état sanitaire
 - Techniques de suivi : dendrochronologie, télédétection
- Plan Sylvicole de Territoire : bon niveau de gouvernance
 - Ex. du PST Métro Grenoble. Association Sylv'ACCTES. Réflexion partagée sur une sylviculture préventive et adaptative. Financement. Notion de Living Lab

Synergies

- Participer à la vie des services (Service GPNA)
- Articulation services / élus / BE / scientifiques / propriétaires privés

Table thématique 2 : Des arbres et des infrastructures

Thèmes d'entrée :

- Couvert forestier
- Arbres stabilisateurs / déstabilisateurs :
- Modes de gestion : équilibre à trouver dans la gestion forestière et la façon dont ça impacte les infrastructures

Présentation :

Instabilité forestière sur les versants - Des arbres et des infrastructures

Virginie MONDON, Service Ouvrages d'art et risques naturels, Grenoble-Alpes Métropole



Les missions de la cellule Risques Naturels sont : (1) le traitement et suivi des évènements de type **aléas gravitaires** (chute de blocs, éboulement rocheux, glissement de terrain, coulée de boue, érosion, ravinement, affaissement) impactant une infrastructure de déplacement métropolitaines ; (2) la **gestion du patrimoine des ouvrages de protection** contre les risques naturels (OPRN) déjà en place (entretien, inspection, travaux, etc.).

Les arbres sont des **limitateurs d'événements**, avec un rôle stabilisateur du système racinaire vis-à-vis de l'érosion des sols et des glissements superficiels, et un rôle de frein voire d'arrêt des pierres et blocs dans les versants boisés.

Les arbres peuvent être utilisés comme des **éléments constitutifs d'ouvrages**, par exemple comme poteaux et ancrages des écrans pare-blocs forestiers dans les ouvrages provisoires ou définitifs. Une vigilance particulière s'impose sur la mise en œuvre de systèmes d'ancrage respectueux de la croissance des arbres pour les ouvrages définitifs.

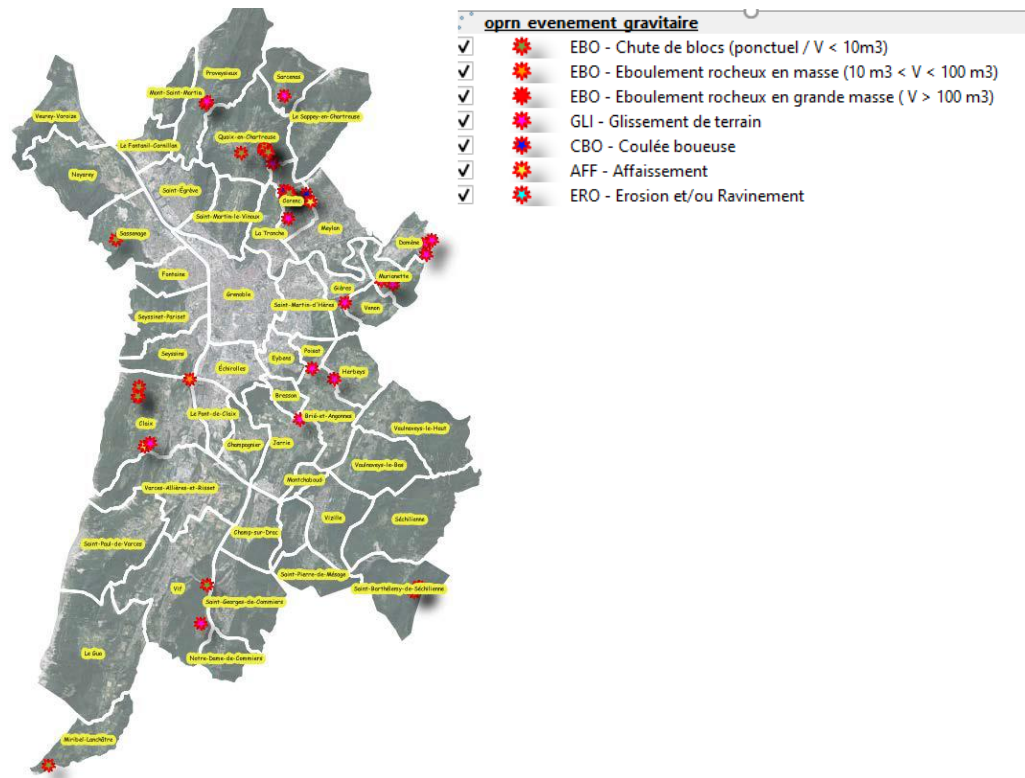
Mais les arbres peuvent aussi constituer un facteur aggravant en jouant un rôle de **déclencheurs d'événements** : rôle déstabilisateur des massifs rocheux par l'intermédiaire du système racinaire, entraînement par coulée boueuse aggravant les désordres sur infrastructures, formation d'amoncellement et d'embâcle avec risque de sur événement ou chute sur OPRN avec une diminution de l'efficacité de l'ouvrage.

Concernant la prise en compte des arbres dans les études de risques, le Service Ouvrages d'art et risques naturels émet les propositions suivantes (inspirées d'une méthodologie du CD74) dans la révision de la délibération cadre de gestion des risques naturels : (1) Pas de prise en compte du couvert forestier pour les voiries principales et de liaison compte tenu du risque incendie / coupe d'arbres qui modifieraient les conclusions ; (2) Prise en compte de l'impact du couvert végétal pour les voiries de type distribution et desserte en fonction de l'efficacité de la végétation (état sanitaire, densité, essence), de la pente et de la longueur de parcours des blocs.

	Pente < 28°		28° < Pente < 40 °		Pente > 40°
	Végétation efficace	Végétation non efficace	Végétation efficace	Végétation non efficace	Végétation même efficace
Longueur de parcours < 200 m	Effet Frein	Effet Frein	Effet Frein	Effet Neutre	Effet Neutre
Longueur de parcours > 200 m	Effet Stop	Effet Stop	Effet Stop	Effet Frein	Effet Neutre

Exemple de méthodologie de prise en compte du couvert forestier par le CD74

Le **retour d'expérience de la Cellule Risques Naturels** n'offre pas encore un recul suffisant pour évaluer l'impact du changement climatique vis-à-vis de l'évolution des chutes d'arbres. La mise en place d'une base de données sur les événements gravitaires est en cours de finalisation où l'impact des arbres pourra être ajouté (paramètre facteur facilitant ou aggravant) pour avoir un bon retour d'expérience.



Base de données métropolitaine sur les événements gravitaires

Le **retour d'expérience par secteurs** concerne les interventions en régie pour débiter les arbres tombés sur la chaussée et dégager les voies, effectuées en conditions d'intervention courante (pas de troncs en tension, accès sur cordes, ...). On constate des étés plus secs qui fragilisent les arbres et favorisent la maladie des frênes (chalarose), des vents plus violent entraînant de nombreuses chutes d'arbres, des épisodes pluvieux plus intenses couplés avec un fort vent, ainsi que des interventions de plus en plus régulières sur les voies vertes. On rencontre des difficultés administratives et juridiques lorsque le risque de chutes d'arbres sur chaussée provient de parcelles situées sur domaine privé.

Résultats de l'atelier 2

Constats partagés

- Augmentation/ évolution des aléas gravitaires : glissements de terrain et chutes de blocs
- Crises récurrentes, mode dégradé permanent ?
- L'état des forêt en bordure de voirie est appelé à se dégrader
- Importance d'une gestion préventive, mais n'oublions pas qu'en situation de crise les actions peuvent être très brutales
- Transfert réussi de la recherche vers l'opérationnel : ex. grille du CD74
- Impression « naïve » que les arbres sont moins bien intégrés et pris en compte car vivants et complexes. Les ouvrages « inertes » bien que plus coûteux sont encore souvent plébiscités

Verrous

- Notion d'intérêt général vs responsabilité individuelle
- Temporalité entre temps de production scientifique et transfert opérationnel, on le vit aujourd'hui sur le massif alpin
- Besoin de connaître la vulnérabilité des forêts
- Limites financières ? Soutenabilité des investissements au regard des enjeux (nombre d'habitants, d'entreprises, intérêt touristique, etc.) ?

- Flou dans la responsabilité des responsabilités et du périmètre des compétences. Exemple sur la voirie : quid des talus aval et amont de la plateforme routière ?
- Temps d'appropriation ;
- Couplage des risques
- Gestion interservices
- Culture, tolérance et aversion au risque : un gros chantier

Bonnes pratiques

- Réflexion intégrée à l'échelle du versant
- Superposition des zonages des forêts de protection et des infrastructures
- Bases de données et suivi temporel / historique
- Disposer dans le plan de gestion d'un diagnostic des bandes boisées le long de la voirie
- Outils et critères de priorisation qui croise les aléas et les enjeux pour bâtir un plan pluriannuel pour les créations d'OPRN
 - Cf. approche PARN/C2ROP : prioriser vis-à-vis de la vulnérabilité et moins de l'aléa). La grille de priorisation mise en place prend en compte l'aléa avec la propagation (aléa résultant) qu'on croise avec les enjeux (infrastructures métropolitaine, fréquentation, risque d'enclavement) on arrive à des priorisations et un plan de gestion associé. Idem sur les ouvrages de protection.
- Outil participatif de signalement par les citoyens et les élus en direction des services, utilisation de la donnée citoyenne (ex. sur les torrents avec la Mission risques et la Gemapi, peut être intéressant sur les routes). Cet outil de signalement sur la voirie existe sur le territoire métropolitain
- Gestion préventive, sans oublier la gestion des situations de crise
- Conventonnement avec les riverains (chronophage)
- Favoriser la diversité des espèces : stabilité et biodiversité
- Poursuivre les expériences de génie écologique et génie végétal

Synergies

- Culture du risque

Table thématique 3 : Gestion de la ripisylve de manière préventive, en crise et curative (Service GEMAPI, GAM, à préciser)

Thèmes d'entrée

- Gestion de la ripisylve : plan pluriannuel de gestion de la végétation
- Gestion des embâcles
- Modes de gestion : actions interservices, outils BankforNet / BankforMAP

Introduction : **Guillaume PITON**, INRAE

Résultats de l'atelier 3

Questions

- Rôle de la faune (castors, ragondins sur les berges, grands ongulés)

Constats et verrous

- Particularité de la ville : tous les affluents sont busés et ressortent dans les grands cours d'eau, avec saturation des flottants et de l'eau, donc des besoins de surveillance
- Notion d'intérêt général vs responsabilité individuelle DIG

- Répartition multiacteurs des rôles et responsabilités : distinction de responsabilité GEMAPI (pas d'alerte)/ gestion des risques (anticipation et systèmes d'alerte)
- Peu de PPR récents (fonctionnement actuel avec les cartes d'aléa) : besoin d'un PPR métropolitain

Bonnes pratiques

- Plan de gestion
- Superviseur (outil central de gestion) :
 - GAM utilise un hyperviseur pour surveiller les cours d'eau, les ouvrages et les plages de dépôt des torrents, avec prise en compte des flottants. On est dans une approche intégrée entre la Mission risques et la Gemapi, avec un abonnement aux alertes météo localisées avec un prévisionniste dédié. Des outils de qualité qui ont été financés avec la GIRN, ainsi qu'avec les projets scientifiques (HYDRODEMO, Climat Métro). On a donc aujourd'hui une capacité à voir ce qui se passe sur le territoire.
- PCS, plan d'action gradué
- Le guide PPR sur les risques torrentiels prend en compte les flottants et les risques d'embâcles
- Valorisation du bois embâclé pour les riverains (bois de chauffe)
- Favoriser la régénération naturelle et la biodiversité des espèces : protection contre la faune (ex. répulsifs) et vis-à-vis des futurs insectes pathogènes

Synergies

- Approches intégrées Mission Risques / GEMAPI
- Météo France
- Mise à disposition de synthèses techniques

Conclusions et perspectives

Ce séminaire a permis, dans un premier temps, de présenter un état des lieux des connaissances scientifiques et techniques et des projets de recherche en cours sur la problématique de l'instabilité forestière sur les versants, en s'appuyant sur le réseau scientifique grenoblois et alpin. Les intervenants ont exposé un éventail de connaissances, de méthodes et d'outils existants adaptés au contexte alpin, directement utilisables au niveau opérationnel.

Dans un second temps, les ateliers ont permis d'échanger et de partager les problématiques de manière transversale par rapport aux divers compétences métropolitaines et d'identifier des solutions de gestion intégrée de ces phénomènes. Les échanges de l'après-midi ont notamment mis en évidence le besoin de développer encore davantage l'interconnaissance pour mieux travailler en interservices, afin de profiter de la variété des compétences et des domaines d'intervention des services métropolitains et d'activer les synergies nécessaires à une gestion intégrée des risques.

Cette journée a contribué à initier cette dynamique et pourra être complétée par d'autres temps de rencontre et d'échange sur cette thématique, qui continue à préoccuper les élus, ou sur d'autres thématiques liées à la gestion des risques naturels dans le cadre de la stratégie de résilience métropolitaine.