



**HAL**  
open science

## Récits d'adaptation - Enjeux et bonnes pratiques d'adaptation pour le territoire du Vercors

H. François, J.L. Gayrard, E. George, S. Labonne, B. Nettier, F. Philippe, D.  
Piazza-Morel, D. Richard, F. Véron

► **To cite this version:**

H. François, J.L. Gayrard, E. George, S. Labonne, B. Nettier, et al.. Récits d'adaptation - Enjeux et bonnes pratiques d'adaptation pour le territoire du Vercors. Sciences Eaux & Territoires, 2019, 28, pp.62-69. 10.14758/SET-REVUE.2019.2.13 . hal-02413246

**HAL Id: hal-02413246**

**<https://hal.science/hal-02413246>**

Submitted on 16 Dec 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Récits d'adaptation

### Enjeux et bonnes pratiques d'adaptation pour le territoire du Vercors

Ressources en eau, production d'hydroélectricité, forêts de montagne, élevage d'altitude, risques naturels, tourisme hivernal... sont autant de secteurs d'activité et/ou d'enjeux impactés par le changement climatique dans les territoires de montagne. Ces thématiques ont été abordées dans le cadre du projet AdaMont, en associant synthèse des connaissances, ateliers participatifs et recueil de récits d'adaptation. Des fiches thématiques ont été produites et diffusées pour restituer de façon accessible ces récits d'adaptation. Cet article en présente une compilation.

#### Changement climatique et eau en montagne

##### Des facteurs aggravants dans le massif du Vercors

Le Vercors est le plus vaste ensemble calcaire karstifié de France et des Alpes européennes. La structure extrêmement poreuse des formations géologiques karstiques, qui constituent la majorité des massifs préalpins, induit une infiltration rapide des eaux pluviales par les fissures calcaires au sein d'un réseau hydrographique souterrain. Le stockage des eaux superficielles, naturellement déficitaire, est rendu d'autant plus complexe dans un contexte accru d'évaporation.

À l'échelle des massifs préalpins, la ressource en eau, pourtant abondante, est inégalement répartie selon les formations géomorphologiques entre vallées irriguées et plateaux secs. Les besoins en eau de ces derniers, pour la conduite d'activités agricoles (abreuvement des troupeaux en alpage) ou touristiques notamment, impliquent des enjeux de stockage ou de prise en charge de réseaux d'adduction dans les zones d'habitation peu pourvues en ressources et aux réseaux vulnérables.

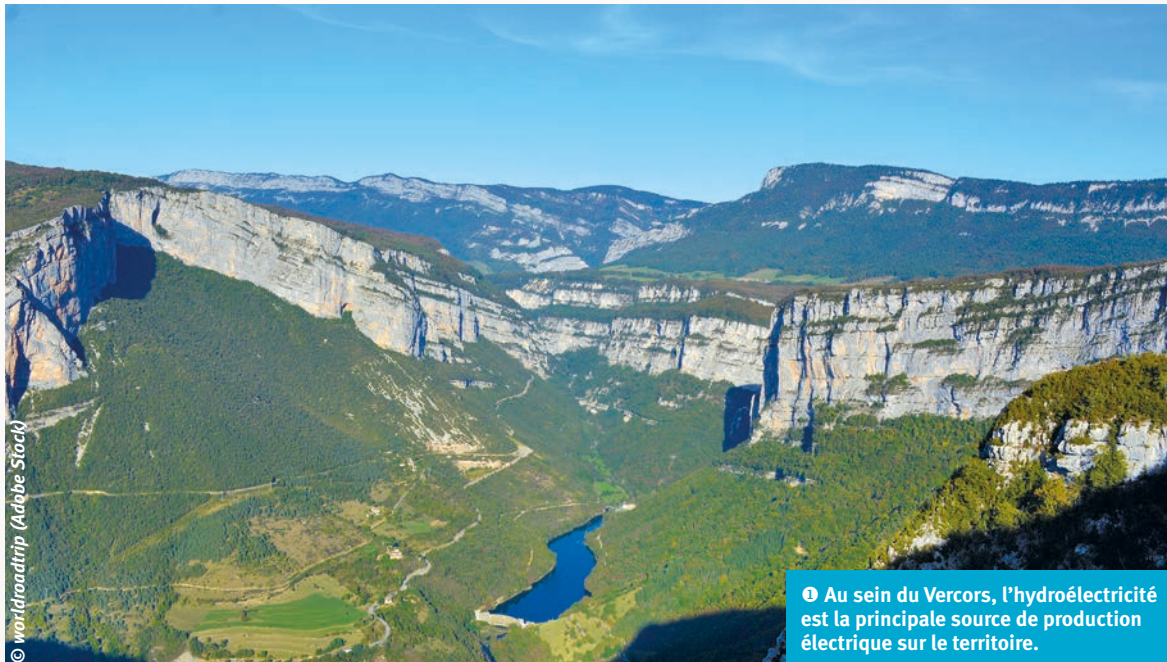
Les plus grandes vulnérabilités liées aux évolutions démographiques (accroissement de la population de 50% entre 1968 et 2008 au sein du Vercors), sont inhérentes à des activités saisonnières, la demande étant concentrée sur les périodes d'étiage (hiver et été). En période d'étiage estival, la consommation de certaines petites communes dépasse significativement les débits moyens (jusqu'à 1,7 fois plus...). En hiver, seules les stations dépassent les débits moyens, avec un coefficient de 1,4 par exemple pour la station de Villard-de-Lans en 2007.

##### Leviers d'adaptation d'une échelle locale à régionale

Les échanges menés avec les acteurs du Parc naturel régional (PNR) du Vercors dans le cadre d'ateliers participatifs (voir l'article de Piazza-Morel, pages 18-23 dans ce même numéro) ont contribué à identifier des solutions d'adaptation concrètes à une échelle locale ou régionale pour faire face aux enjeux posés par le changement climatique sur la ressource en eau. Parmi ces solutions, on relèvera quatre leviers d'adaptation essentiels.

##### Améliorer le stockage de l'eau

- *Via* des savoir-faire existants au travers de l'utilisation de citernes, d'impluviums ou de petits barrages. Cela nécessite notamment de recenser les infrastructures existantes (un inventaire des citernes est en cours à l'échelle du Vercors), d'évaluer leur état et de les réhabiliter si possible.
- *Via* de nouveaux savoir-faire tels que les systèmes de stockage souples et démontables (type « bâches »). Ces dispositifs ont l'avantage d'être faciles à mettre en place et relativement peu coûteux.
- *Via* des retenues artificielles et/ou des barrages en veillant cependant à bien prendre en compte les effets cumulatifs souvent mal maîtrisés et généralement mal connus de tels aménagements. D'une manière générale, il est primordial de veiller à la bonne intégration paysagère des infrastructures de stockage, d'en mesurer les impacts environnementaux et d'évaluer les risques potentiellement associés, au travers d'études dédiées d'avant-projet. De plus, il est nécessaire de veiller à leur usage multifonctionnel et de pouvoir, à une échelle locale, combiner anciennes et nouvelles pratiques, notamment pour éviter l'accumulation inutile d'infrastructures. Les études



📍 Au sein du Vercors, l'hydroélectricité est la principale source de production électrique sur le territoire.

de faisabilité des infrastructures de stockage doivent prendre en compte le contexte karstique très limitant dans certaines zones (les pertes importantes derrière les barrages, retenues et bassins non étanches sont des problèmes récurrents dans le Vercors), ainsi que les coûts de mise en place et de maintenance. Dans ce cadre, il est préférable de favoriser des investissements à courte échéance (de l'ordre de la décennie) pour tenir compte des incertitudes quant à l'évolution du contexte socio-économique et climatique.

#### Améliorer l'usage de l'eau

La préservation de la ressource passe en grande partie par une amélioration des usages à tous les niveaux de consommation. Dans ce cadre, il est préconisé de :

- restreindre l'usage de l'eau potable à sa fonction première afin de limiter des consommations excessives d'eau potable pour des usages domestiques ;
- changer les modes de pratique pour diminuer les prélèvements en période estivale, période où forte demande et faible disponibilité se combinent en faveur d'une tension accrue sur la ressource ;
- limiter le gaspillage individuel par des actions de sensibilisation et de prévention auprès des usagers.

#### Préserver la qualité de l'eau

La distribution d'une eau de qualité est dépendante de nombreux facteurs et particulièrement :

- d'un entretien régulier et rigoureux des réseaux d'assainissement, notamment en période estivale où les risques bactériologiques sont élevés. Cela nécessite de mettre en place des suivis de l'état des réseaux et d'étudier l'opportunité de leur réfection compte-tenu des coûts importants ;
- d'une gestion adaptée de l'assainissement non collectif, afin d'éviter des rejets polluants ;
- de favoriser les pratiques d'élevage raisonnées, qui tiennent compte des risques de pollution liés au surpâturage et à la présence d'animaux à proximité des sources ;

- de la mise en place de systèmes de traitement des eaux agricoles (ex. : lavage des noix) efficaces et d'une limitation des intrants notamment en période d'étiage, afin de minimiser les risques de rejets et de diffusion des polluants dans le milieu ;
- d'une préservation des ripisylves et de l'écoulement naturel des cours d'eau pour éviter l'échauffement et la stagnation des eaux de surface.

#### Adopter des mesures de gouvernance de l'eau adaptées au contexte du changement climatique

Sur cette question, quatre axes d'amélioration ont fait consensus lors des ateliers :

- favoriser la coopération inter-secteurs, à l'échelle des bassins versants réels (surtout en contexte karstique) ;
- favoriser l'agilité des acteurs pour des adaptations rapides (modifier certaines réglementations et habitudes de travail notamment) ;
- assouplir ou adapter le cadre réglementaire lié à l'usage de l'eau (notamment concernant le stockage pour les particuliers) ;
- réguler la demande par rapport à la disponibilité pour une meilleure gestion de la pression foncière et touristique.

### Changement climatique et production hydroélectrique

#### L'eau de montagne : une source historique et stratégique de production d'énergie

Des moulins datés du Moyen-Âge aux actuels ouvrages de production hydroélectrique (photo ①), l'exploitation de l'énergie des cours d'eau a façonné l'organisation des territoires de montagne. Elle a entraîné le développement d'activités manufacturières situées à proximité des sources d'énergie et des ressources minières, et transformé l'emploi rural vers une pluriactivité. L'histoire du vingtième siècle du Vercors fut rythmée par l'apparition d'ouvrages pionniers, dès 1897 à Engins, puis à Sasse-

► nage et sur le cours de la Bourne, où se développeront plusieurs usines conjointement à l'apparition de sociétés d'exploitants. Si en Rhône-Alpes, une centaine de centrales hydroélectriques de plus de 10MW de puissance assurent 92 % de la capacité de production régionale, la plus grande participation à la production effective est due aux stations dites « au fil de l'eau », relevant généralement de la « petite électricité » (entre 0,1 et 10MW). En Isère, les cent-dix-huit centrales hydroélectriques sont majoritairement constituées de ces usines, qui impliquent la construction de barrages qui contrôlent le remplissage des réservoirs selon les variations saisonnières de débit. La taille de ces barrages est dépendante de conditions topographiques, géologiques et financières. Au sein du Vercors, neuf ouvrages hydroélectriques, exploités par EDF, et quelques microcentrales privées, représentent un système complexe exploitant les eaux des rivières et les résurgences du karst. Quatre barrages régulent la production au sein de la vallée de la Bourne.

### Les enjeux de la production dans un contexte de changement climatique

Les enjeux à venir pour la production d'hydroélectricité sont complexes et intègrent des facteurs environnementaux et techno-économiques. Perçus comme une source majeure d'énergie renouvelable, les barrages et leurs impacts sur l'environnement et le fonctionnement hydrologique des cours d'eau sont abondamment décriés. À cela, il faut ajouter les effets du changement climatique : une modification attendue des régimes hydrauliques affecterait la capacité de production des usines, et rendrait d'autant plus vulnérables les écosystèmes alluviaux dont la fonctionnalité écologique, sanitaire et économique est reconnue.

#### Une modification des régimes hydrologiques...

À l'échelle du Vercors, une étude a révélé la disparition d'un pic de précipitations sous forme de neige en février entre les périodes 1955-1980 et 1980-2005, au profit d'un pic plus tardif au printemps. La haute variabilité temporelle et spatiale des précipitations et les variations de l'infiltration selon les types de sols et leurs usages, appellent cependant à une prudence pour toute assertion généralisée portant sur le changement climatique.

#### ... impactant la production d'énergie

Ces bouleversements influencent directement la gestion des réservoirs, du fait d'une baisse quantitative de la ressource en eau alimentant le turbinage, lors de périodes d'étiage. Le changement climatique impacte également indirectement la production électrique, à travers les changements des profils annuels de consommation dus aux périodes de fortes chaleurs. Les enjeux sont ici concentrés sur la période estivale, caractérisée par une pression anthropique accrue (fréquentation touristique et irrigation). Ces rythmes de consommation sont à concilier avec une variabilité interannuelle en hausse, accompagnée de phénomènes climatiques extrêmes à l'image de la série d'étés secs ayant frappé le Vercors entre 2003 et 2011. Or, la production hydroélectrique, dépendante d'unités de stockage parfois restreintes, apparaît très vulnérable à ces événements, ce qui peut parfois mettre en cause la rentabilité d'un projet. Si les réservoirs peuvent apparaître comme des opportunités pour réguler les usages, l'accès des usagers à cette ressource n'est pas

systématique. De plus, cette situation complexifie le respect du débit d'étiage réservé pour les gestionnaires de barrages, pourtant nécessaire au maintien des fonctionnalités hydrologiques des cours d'eau.

### Quelles sont les pistes d'adaptation ?

#### Optimiser la gestion des retenues en accord avec la préservation de l'environnement

Le contrat de rivière Vercors Eau Pure a mis en œuvre un plan de mesures visant à rétablir le bon état écologique des cours d'eau (désengrèvement, rétablissement des berges), suite au constat, confirmé par le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2016-2021, de nombreuses pressions modifiant l'hydromorphologie des cours d'eau. Afin de mener à bien ces conciliations d'usages, l'ouverture des données relatives aux prélèvements d'eau est cependant nécessaire de la part des gestionnaires de retenues. L'émergence de certifications « énergie verte » apparaît comme une occasion d'instaurer un cadre de gestion respectueux du « bon état écologique » des cours d'eau. Le projet de label européen CH2OICE vise, à travers une gestion participative, la conservation d'un bon état chimique et la continuité des cours d'eau par la mise en place de débits adaptés aux variations saisonnières. La conception des centrales y est également examinée. Pour être efficaces, ces projets doivent être pilotés par des experts en hydro-écologie : le label suisse Naturemade, développé par l'Association pour une énergie respectueuse de l'environnement, est par exemple soumis à une évaluation pour être reconduit tous les cinq ans.

#### Développer la multifonctionnalité des ouvrages

Divers usages sectoriels pour le tourisme ou l'agriculture notamment, bénéficient parfois des retenues d'eau. Cette multifonctionnalité ne peut cependant être mise en œuvre qu'à travers une gestion à l'échelle de bassins versants.

#### Intégrer des modèles économiques prospectifs

Prenant en compte les fluctuations des prix de l'électricité et l'évolution du ruissellement sur un bassin versant, ces modèles permettraient de construire une gestion des usines intégrant les effets du changement climatique.

#### Gérer des retenues en prenant en compte des objectifs de réduction des aléas et des risques naturels

Des solutions techniques peuvent être apportées (végétalisation, restauration de berges, création de bassins de rétention de sédiments), mais les modalités de gestion doivent être également adaptées. Le transport sédimentaire doit en effet être géré à l'échelle naturelle du bassin versant et non ouvrage par ouvrage. La prévision de réserves utiles dans la lutte contre les incendies s'avère également nécessaire.

#### Développer des modèles intégrés de production d'énergie

L'objectif visé par les territoires est de coupler autonomie énergétique et développement territorial par une augmentation de la résilience du réseau en multipliant les équipements, ceci afin d'atteindre une complémentarité outrepassant l'intermittence propre aux énergies renouvelables.

## Changement climatique et forêts de montagne

### État des connaissances sur les impacts du changement climatique sur les forêts de montagne et les préconisations d'adaptation

Les forêts de moyenne montagne des Alpes du Nord (photo 2) seront probablement fortement impactées par le changement climatique : hausse des températures en été et en hiver, baisse de la pluviométrie estivale et sécheresses successives, événements extrêmes plus fréquents. Les répercussions de ces évolutions sur les biens et services fournis par la forêt soulèvent des questions de la part des gestionnaires forestiers, des acteurs de la filière bois, des élus des communes forestières et des chercheurs. Aussi, afin d'apporter des réponses sur les caractéristiques écologiques de ces impacts et les moyens de les compenser, une étude bibliographique a été réalisée, axée sur les forêts de montagne d'Europe et, plus partiellement, du Canada et des États-Unis. L'épicéa, le sapin et le hêtre, dominants dans les Alpes françaises, y sont privilégiés.

### Conséquences possibles du changement climatique

Malgré les incertitudes concernant l'amplitude et l'échéance des effets du changement climatique sur les forêts de montagne, l'amélioration progressive des projections à court et long terme, le nombre important d'observations déjà disponibles et les résultats des modélisations écologiques, permettent d'ores et déjà de dégager de grandes tendances. On anticipe ainsi :

- un impact important du stress hydrique, surtout en dessous de 1 000 mètres d'altitude entraînant la disparition des essences les moins tolérantes à la sécheresse (épicéa, pin sylvestre),
- des effets cumulés du stress hydrique avec les attaques d'insectes ou de pathogènes et les coups de vent sur les arbres fragilisés,
- une remontée de la limite supérieure du sapin et du hêtre et de la limite basse de développement de certaines espèces (hêtre, sapin blanc, érable, chêne sessile et chêne pubescent),
- une dynamique des feuillus favorisée à l'étage montagnard (entre 1 000 et 1 500 mètres en moyenne),
- un allongement de la durée de végétation,
- une augmentation de la productivité dans certaines forêts d'altitude.

### Pistes d'adaptation

Les lacunes restent importantes, en particulier en ce qui concerne les connaissances sur l'évolution des interactions biotiques et de la synchronie entre les espèces (par exemple, les décalages observés entre la phénologie des plantes et les besoins des animaux). Ainsi, des combinaisons inattendues pourront peut-être se produire, améliorant (ou pas) l'adaptation des essences et des écosystèmes.

Les préconisations de gestion pour adapter les forêts au changement climatique visent à préserver les biens et services qu'elles fournissent. Ces mesures passent par des améliorations génétiques et par la mise en œuvre de pratiques qui impliquent des interventions humaines



2 Forêt mélangée  
dans le Vercors.

© Y. Paillet (Irstea)

et techniques plus ou moins importantes. Compte-tenu des incertitudes, ces mesures doivent être flexibles et, si possible, réversibles.

Ainsi, parmi les principales préconisations nous pouvons retenir :

- l'amélioration génétique des essences forestières à la résistance au stress hydrique et aux pathogènes,
- la diversification des génotypes et de la provenance des graines,
- l'utilisation de graines de peuplements sauvages,
- la limitation des espèces sensibles au stress hydrique en dessous de 1 000 mètres (épicéa et pin sylvestre par exemple),
- la diminution de la densité des arbres au moment de la plantation, pour diminuer la consommation d'eau,
- le maintien de la connectivité des forêts,
- l'adoption de techniques culturales favorisant l'hétérogénéité des peuplements et le développement des mélanges : diversification des peuplements d'épicéas avec du hêtre et du sapin, augmentation de la part de chênes blancs dans les pins pour limiter le risque d'incendie,
- le transfert par plantation de provenances plus méridionales ou d'espèces exotiques,
- la plantation d'autres espèces ou provenances en sous-étage ou à l'intérieur de trouées là où la régénération actuelle risque de ne pas être adaptée,
- la réduction des durées de rotation, des diamètres d'exploitabilité et, d'une manière générale, l'intensification de l'exploitation pour réduire l'exposition aux risques et favoriser le renouvellement.

Pour plus d'informations sur le sujet, voir l'article de Labonne *et al.*, pages 38-43 dans ce même numéro.

## ▶ Changement climatique et élevage de montagne

### Opportunités et menaces du changement climatique pour l'élevage de montagne

Les Alpes européennes ont déjà enregistré une hausse d'environ 2 °C entre la fin du dix-neuvième et le début du vingt-et-unième siècle, soit deux fois le taux de réchauffement mesuré à l'échelle de l'hémisphère Nord. Pour l'élevage, la principale opportunité tient en un raccourcissement de la période sans pousse de l'herbe en hiver (bénéfique pour la production fourragère). Dans le même temps, l'allongement de la période de sécheresse estivale constitue la principale menace, notamment dans les massifs où l'eau est naturellement difficilement exploitable (reliefs karstiques), comme le Vercors. Au-delà du réchauffement moyen, qui va très probablement accélérer la phénologie des plantes et augmenter l'évapotranspiration, d'autres évolutions sont importantes à considérer pour leurs impacts sur les activités d'élevage en montagne (encadré ①), notamment la baisse significative du nombre de jours de gel et la baisse de la durée de l'enneigement.

### Gestion des aléas climatiques

Saison de végétation extrêmement réduite, gestion des milieux presque exclusivement par la dent de l'animal, multifonctionnalité à préserver, règles administratives (Politique agricole commune), plans de gestion de MAE (mesures agro-environnementales mises en oeuvre dans le cadre de la politique de développement rural européenne), clauses des conventions de pâturages, et parfois cahiers des charges de production à respecter, sont autant de contraintes qui peuvent entraver la bonne gestion des aléas climatiques à l'échelle des alpages. Si les prairies d'alpage apparaissent assez résistantes aux sécheresses, avec des baisses de rendements qui ne sont ressenties que l'année sèche et des compositions botaniques qui n'évoluent pas suite à un épisode de forte sécheresse, l'effet cumulé de la sécheresse et de pratiques de pâturage qui ne seraient pas ajustées à la ressource disponible peut conduire à des dégradations rapides. À cause des conditions climatiques et de l'impossibilité de recourir à des interventions mécaniques, les dégradations sur les végétations d'alpage seront souvent irréversibles ; elles auront donc des conséquences durables à la fois sur la biodiversité et sur la ressource fourragère. Sur les alpages, il y a donc en quelque sorte moins le « droit à l'erreur » que sur les autres espaces agricoles (photo ③).

## ① IMPACTS SUR LES ACTIVITÉS D'ÉLEVAGE

Outre les impacts sur les formations végétales et les ressources alimentaires associées, le changement climatique a et aura des conséquences sur les ressources et besoins en eau pour l'abreuvement des troupeaux. Des conséquences sont aussi à craindre en termes sanitaires (effets des fortes chaleurs sur le comportement et la santé des animaux, émergence de nouvelles maladies, remontée en altitude de certains vecteurs) et sur les conditions de travail, que ces impacts soient directs (fortes chaleur, intempéries...) ou indirects (surplus de travail, tâches plus pénibles à effectuer...). Lors des ateliers participatifs menés sur le terrain avec élus et professionnels des parcs préalpins, la prise de conscience quant à ces effets cumulatifs et connexes était largement partagée.

## ③ Changement climatique et pastoralisme : opportunités ou menaces ?



© G. Loucougaray (Irstea)

Dans les faits, on observe un certain niveau de flexibilité, avec de nombreux ajustements réalisés pour parvenir à assurer l'alimentation des troupeaux et le renouvellement des ressources. Trois niveaux d'ajustements peuvent être identifiés :

- le premier niveau correspond à l'adaptation de la conduite du troupeau au pâturage. Ce sont des adaptations conjoncturelles qui mobilisent le savoir-faire des bergers quotidiennement (par exemple, en choisissant les horaires de pâturage pour diminuer les besoins en eau, en pâturant les secteurs adaptés à la météo du jour, en explorant des zones difficiles d'accès), ou sur la saison d'estive ;
- un second niveau d'action correspond à des améliorations de la configuration de l'alpage visant à augmenter la ressource disponible ou à mieux consommer la ressource présente (par exemple, agrandissement des zones de pâturage, construction de nouvelles réserves d'eau ou de cabanes sur des quartiers excentrés). Ces aménagements correspondent à des modifications structurelles ;
- enfin, lorsqu'il existe des marges de manœuvre sur les exploitations, les éleveurs disposent d'un levier complémentaire d'adaptation et peuvent effectuer des diminutions conjoncturelles ou structurelles du temps passé en alpage et/ou de l'effectif inalpe.

### Gestion de la co-évolution progressive du climat et des milieux

Sur le long terme, il est difficile d'estimer comment vont se traduire en alpage les opportunités et les menaces du changement climatique. À haute altitude, le déneigement plus précoce déjà observé n'est pas forcément bénéfique pour la productivité des végétations puisqu'il les expose au gel. Par contre, certains alpages pourraient être préservés des sécheresses, sachant que les déficits

hydriques sont moins marqués en altitude. Par ailleurs, si le changement climatique est susceptible de faire évoluer de manière significative les végétations d'alpage, il demeure de nombreuses incertitudes sur la façon dont ces évolutions vont se concrétiser. Une remontée des étages de végétation est souvent prédite du fait du réchauffement climatique.

Celle-ci pourrait conduire à une fermeture du paysage sur certains alpages et à la disparition de l'étage alpin dans certaines régions des Alpes. Cela aura des conséquences importantes pour les ressources pastorales et pour la biodiversité, avec la disparition de niches écologiques et la raréfaction de nombreuses espèces (ce qui peut rendre de plus en plus difficile l'atteinte des objectifs fixés au travers des mesures agroenvironnementales). Il est par ailleurs possible que localement l'effet des sécheresses, surtout si elles se succèdent, conduise à des mortalités importantes des arbres, et qu'au lieu d'avoir une reforestation, on ait la dynamique paysagère inverse avec une raréfaction des arbres sur les alpages. Les mêmes interrogations se posent pour la strate herbacée : si les végétations d'alpage résistent bien à une ou deux fortes sécheresses, il est possible qu'il y ait des effets de seuils au-delà desquels la végétation évolue fortement. Enfin, les pratiques pastorales peuvent avoir un effet bien plus rapide que le changement climatique pour faire évoluer les végétations. Même si l'effet de ces pratiques demeure mal connu, cela signifie qu'il y a au travers de la conduite pastorale des leviers d'actions pour piloter l'évolution des écosystèmes, et qu'il faut donc dès aujourd'hui intégrer dans la gestion pastorale l'enjeu de l'évolution à long terme, et raisonner les pratiques en conséquence.

## Changement climatique et risques naturels

### Une recrudescence des risques naturels sous l'effet du changement climatique ?

La question de l'influence du changement climatique sur l'intensité et la fréquence des aléas naturels potentiellement dommageables est complexe à appréhender. La nature des phénomènes ainsi que les facteurs à l'origine de leur déclenchement sont nombreux et pour beaucoup encore mal connus. Néanmoins, la communauté scientifique s'accorde sur le fait que le réchauffement climatique mesuré depuis la seconde moitié du vingtième siècle, qui s'élève à 2 °C en moyenne sur l'ensemble des Alpes, combiné à des changements d'échelle plus fine, n'est pas sans conséquence sur les mécanismes à l'origine des aléas naturels en montagne. Les phénomènes gravitaires tels que les avalanches, les chutes de blocs et crues torrentielles, restent en effet dépendants des caractéristiques morphodynamiques des versants, lesquelles sont fortement soumises aux variations climatiques (photo 4).

### Des avalanches moins intenses et moins fréquentes ?

L'influence de la hausse des températures sur la cryosphère de montagne, indéniable car observable de manière concrète au travers du recul spectaculaire des glaciers alpins et de la baisse du manteau neigeux, entre autres, laisse en premier lieu penser à une réduction des aléas associés et notamment des avalanches. En réalité, il faut visiblement s'attendre à une modification de la

nature des avalanches (avalanches plus humides, plus lourdes) et une remontée moyenne des altitudes d'arrêt. Cela n'empêchera pas d'observer des avalanches extrêmes, susceptibles d'arriver aussi bas, voire plus bas, que maintenant. Les territoires de moyenne montagne et notamment le Vercors ne sont pas à l'abri de tels phénomènes bien que situés à des altitudes relativement faibles.

### Qu'en est-il des chutes de blocs ?

L'aléa de chute de blocs est particulièrement imprévisible, son déclenchement étant dépendant de l'action de processus qui s'exprime sur des temporalités souvent longues. Hormis en haute montagne, où un lien entre hausse des températures et déstabilisation des versants et parois a été mis en évidence, il est encore difficile de juger de l'influence du changement climatique sur ces phénomènes en moyenne montagne, du fait du peu d'observations. La modification des cycles de gel/dégel et des amplitudes thermiques sont néanmoins des facteurs non négligeables à prendre en compte dans le cadre du suivi de ces événements. Des crues et laves torrentielles plus intenses ? Là aussi, les observations manquent pour tirer des conclusions fermes. La nature essentiellement karstique des massifs préalpins, favorisant une infiltration importante, modère les effets des pluies orageuses, dont l'augmentation dans certaines régions des Alpes a engendré une augmentation en fréquence et en intensité des phénomènes de laves torrentielles.

### Remontée en altitude de la forêt : stabilisation ou déstabilisation des versants ?

La fonction de protection de la forêt est reconnue réglementairement dans les plans de prévention des risques naturels (PPRn), principal instrument de l'État

4 Les risques naturels en montagne vont-ils augmenter sous l'influence du changement climatique ?



► en matière de prévention des risques. Vis-à-vis du risque d'avalanche, la forêt joue un rôle de fixation du manteau neigeux en zone de départ, alors qu'elle reste peu efficace pour freiner et encore moins stopper une avalanche après son déclenchement. Inversement, elle se trouve être une source de déstabilisation des blocs dans le haut des bassins versants et un rempart naturel souvent efficace pour stopper des blocs en mouvement. La remontée en altitude de la limite forestière, sous l'effet de la hausse observée et prévue des températures, aura donc vraisemblablement des effets antagonistes qui sont encore difficiles à prévoir.

#### Fortes chaleurs et incendies de forêt

Outre ces phénomènes gravitaires, il est indéniable que le risque incendie se fait aujourd'hui plus prégnant, particulièrement dans le sud du Vercors. Là aussi les processus sont complexes, partagés entre facteurs climatiques (sécheresses plus longues et plus intenses, fortes chaleurs, vents...) et biologiques (attaques parasitaires généralisées) notamment.

#### Leviers d'adaptation envisagés

Peut-être plus qu'ailleurs, les acteurs des territoires de moyenne montagne doivent être vigilants quant à la prévention des risques naturels, dont les manifestations sont souvent moins attendues, car moins fréquentes qu'à plus haute altitude. Lors de l'atelier participatif mené dans le cadre du projet AdaMont avec des élus et acteurs de la gestion des risques sur le Vercors, plusieurs stratégies d'adaptation ont été évoquées, principalement concernant la gestion des réseaux routiers. Certaines sont effectives, d'autres envisagées.

#### Des mesures de protection structurelles

La mise en place d'ouvrages de génie civil (pare-blocs, paravalanche) et de boisements de protection est une mesure déjà largement pratiquée à l'échelle du massif. L'enjeu tient en une priorisation des travaux d'installation ou de confortement efficace. Dans ce cadre, est préconisée la réalisation d'études de sensibilité aux risques gravitaires sur les tronçons de routes les plus structurants du réseau. Outre les aspects économiques, l'objectif est de pouvoir limiter au maximum les coupures de route pour travaux, souvent plus impactantes (car plus longues) que les coupures dues aux événements eux-mêmes.

#### La sensibilisation par la communication

Il n'est pas de prévention des risques naturels sans une communication adaptée vis-à-vis des usagers et personnes potentiellement exposées. Un risque connu et compris est un risque déjà en partie atténué. Dans ce cadre, des améliorations quant à la communication sur les coupures préventives de routes s'avèrent souvent nécessaires pour une meilleure acceptation par les usagers au moment de la gestion de crise. De même, renseigner des itinéraires secondaires possibles en valorisant leurs intérêts touristiques éventuels, semble être un aspect à développer. En complément des mesures de protection structurelles, il est toujours essentiel de mener des actions de sensibilisation auprès des habitants et usagers, sur le fait que le risque, malgré les mesures préventives, existe toujours, ceci afin d'éviter toute perte de mémoire des phénomènes, souvent source des comportements aggravants.

#### L'acceptation du risque comme marqueur territorial ?

Une idée innovante avancée serait de transformer la contrainte du risque en un marqueur territorial fort et valorisant pour un territoire. Il s'agit alors de se servir de la contrainte (entendue au sens de la difficulté d'accès routier essentiellement) comme d'un gage d'exclusivité vis-à-vis d'une destination, qui serait alors plus authentique et préservée. À défaut de pouvoir le revendiquer de manière explicite, c'est un aspect qui, de l'avis de certains, pourrait peser dans les représentations des usagers encore inquiets et ainsi, permettre à certaines stations de se démarquer, ou du moins de limiter une perte de fréquentation au profit de destinations plus prisées.

### Changement climatique et tourisme hivernal

#### Des stations et territoires de moyenne montagne exposés à de fortes modifications climatiques

Les sports d'hiver représentent pour la France une manne économique non négligeable. Sur la saison 2014-2015, ils ont généré 7 % du produit intérieur brut national et cent-vingt mille emplois, avec une fréquentation totalisant 55,4 millions de clients. Cependant, le risque de diminution des précipitations neigeuses constitue une menace forte pour la fréquentation des stations et particulièrement des stations de moyenne montagne, *a priori* davantage sensibles aux modifications climatiques (photo 5). À travers une constante hausse des températures, le changement climatique semble annoncer la nécessaire réduction d'une activité pourtant structurante pour les territoires de moyenne montagne. En effet, jusqu'à 1 500 mètres, les conditions d'exploitation sont difficiles et soumises à une forte variabilité, notamment en début de saison. Les observations effectuées au col de Porte dans le massif de la Chartreuse sont éloquentes : on y observe un réchauffement de 1,3 °C en cinquante ans et une diminution significative de l'enneigement, malgré une variabilité interannuelle forte. S'il est toujours possible de faire des bonnes saisons, à l'image des hivers 2008-2009 ou 2009-2010, les hivers sans neige comme ceux de la fin des années 1980 ou plus récemment, 2015-2016 et 2016-2017, risquent de se répéter plus fréquemment. Les projections climatiques de fine échelle réalisées par Météo-France à l'échelle du Vercors dans le cadre du projet AdaMont, vont dans le sens des observations et mettent en avant une diminution sensible du rapport neige/pluie à moyen et long terme.

#### Des perturbations intra et intersectorielles

Diminution de l'attractivité touristique hivernale, conflits d'usage sur des espaces en neige plus restreints, insatisfaction des clients, changement des comportements et des habitudes de réservation, allongement de l'intersaison, raccourcissement de la saison hivernale, fragilisation économique... Autant de perturbations qui impactent déjà fortement les territoires et stations de moyenne montagne et auxquelles les élus et professionnels du tourisme sont confrontés. En lien direct ou aggravées par le changement climatique, ces mutations du secteur invitent à repenser l'économie des territoires touristiques, pour lesquels l'évolution du climat pourrait également constituer une source d'opportunités.



### Quelles stratégies d'adaptation mettre en place ?

Pour faire face, les territoires et notamment les stations de moyenne montagne, doivent se réinventer. Le maître mot en la matière reste la diversification et de nombreuses stratégies sont d'ores et déjà éprouvées dans les massifs préalpins et notamment le Vercors.

#### Mettre en valeur les spécificités du territoire

La perte de l'atout neige oblige à revoir la manière d'envisager son territoire et de le valoriser auprès d'une clientèle exigeante aux comportements évolutifs. Depuis 2007, la station de Corrençon-en-Vercors est labélisée « Famille plus », reconnaissant les atouts dont dispose la station pour satisfaire un type de clientèle bien ciblé. Dans ce cadre, l'office de tourisme travaille en collaboration étroite avec de nombreuses stations françaises et rivalise sans complexe avec le niveau d'organisation « famille » des plus grandes. Le label « Stations vertes », récompensant l'excellence environnementale, donne depuis quelques années une nouvelle visibilité au village de la Chapelle-en-Vercors.

#### Rassembler et décroisser pour mieux rayonner

La mise en valeur de spécificités va de pair avec une diversification des activités, qui passe, de fait, par un partage nécessaire de l'espace et des viviers de clientèle. Ce partage passe par une appropriation de l'identité globale du territoire et un rassemblement des activités qui étaient auparavant diffuses. Avec sa plate-forme touristique « Inspiration Vercors », le parc se dote d'un outil de rationalisation de l'offre touristique de son territoire en faveur d'une meilleure visibilité de l'ensemble des professionnels du tourisme. Les activités ainsi regroupées ne constituent plus en elles-mêmes le principal motif au déplacement touristique, comme le ski a pu l'être, mais cèdent véritablement le pas à l'attractivité territoriale.

#### Vers une meilleure solidarité économique ?

L'élargissement de l'offre touristique au territoire du Vercors et non plus seulement à la station, a pour effet l'implication d'acteurs multiples et qui n'étaient, pour certains, pas forcément dynamiques dans le domaine touristique au départ. De fait, la diversification ne doit pas seulement être touristique, mais aussi véritablement économique, avec la mobilisation d'acteurs multiples (notamment privés), à l'échelle de l'ensemble des filières économiques de moyenne montagne. Émerge alors un réel besoin de multifonctionnalité (ex. : extension de fonctionnement des matériels, mutualisation des équipements) et une meilleure répartition des déficits et bénéfices entre secteurs d'activités (notamment l'agriculture) et d'une saison à l'autre, afin notamment de compenser l'allongement des intersaisons. Il s'agit alors de repenser les modes de financement et d'impliquer les acteurs économiques dans les politiques de diversification.

#### Et la neige de culture ?

Face au changement climatique, la question de la neige de culture devient critique. D'un côté, son utilisation peut être décisive pour l'ouverture d'un domaine skiable, de l'autre, les conditions de sa production deviennent de plus en plus complexes. La réduction du nombre de créneaux de froid optimaux pour l'enneigement affecte les rendements et demande une réactivité accrue des gestionnaires du manteau neigeux ainsi qu'un renforcement des capacités de production instantanée.

⚠ Le risque de diminution des précipitations neigeuses constitue une menace forte pour la fréquentation des stations et particulièrement des stations de moyenne montagne.



© Calzada (Adobe Stock)

Tributaire des investissements, la production de neige de culture est également dépendante de la disponibilité de la ressource en eau. L'inadéquation entre besoins et disponibilités de cette ressource engendre des conflits d'usage notamment aux périodes critiques de forte fréquentation touristique, sans parler des impacts environnementaux, notamment sur les régimes hydriques des cours d'eau.

Dans un contexte environnemental et économique incertain, il sera nécessaire de veiller à la faisabilité et à la pérennité des investissements et de les envisager dans le cadre d'une diversification déjà en marche.

Pour plus d'informations sur le sujet, voir l'article de George *et al.*, pages 44-51 dans ce même numéro. ■

#### Les auteurs

Collectif d'auteurs : Hugues FRANCOIS, Jean-Loup GAYRARD, Emmanuelle GEORGE, Sophie LABONNE, Baptiste NETTIER, Félix PHILIPPE, Delphine PIAZZA-MOREL, Didier RICHARD et François VERON

Univ. Grenoble Alpes, Irstea, LESSEM, ETNA, 38000 Grenoble, France.

✉ [hugues.francois@irstea.fr](mailto:hugues.francois@irstea.fr)

✉ [jean-louis.gaynard@irstea.fr](mailto:jean-louis.gaynard@irstea.fr)

✉ [emmanuelle.george@irstea.fr](mailto:emmanuelle.george@irstea.fr)

✉ [sophie.labonne@irstea.fr](mailto:sophie.labonne@irstea.fr)

✉ [baptiste.nettier@irstea.fr](mailto:baptiste.nettier@irstea.fr)

✉ [felix.philippe@irstea.fr](mailto:felix.philippe@irstea.fr)

✉ [delphine.piazza-morel@irstea.fr](mailto:delphine.piazza-morel@irstea.fr)

✉ [didier.richard@irstea.fr](mailto:didier.richard@irstea.fr)

✉ [francois.veron@irstea.fr](mailto:francois.veron@irstea.fr)