

# L'empreinte du changement global sur les forêts de la Sierra Nevada (sud-est de l'Espagne)

par Blanca RAMOS

***Le massif de la Sierra Nevada en Andalousie (Espagne) est un espace remarquable présentant une grande richesse biologique et un fort endémisme. C'est pourquoi il constitue un laboratoire unique pour suivre les conséquences du changement climatique.***

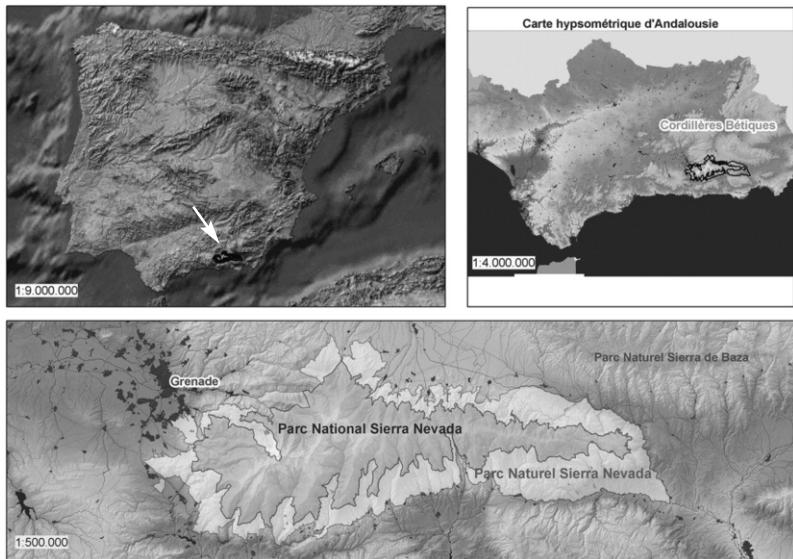
***En tant que Réserve de la biosphère et grâce à la collaboration entre scientifiques et gestionnaires d'aire protégée, un Observatoire du changement global de la Sierra Nevada a été créé en 2007. Il a déjà produit des données et aussi quelques pistes d'orientation pour la gestion de cet espace exceptionnel.***

## Introduction

Le massif de la Sierra Nevada se trouve au sud-est de la Péninsule Ibérique, il fait partie des cordillères Bétiques qui occupent la plupart de l'Andalousie orientale. Il s'est formé pendant l'orogénie alpine et son mouvement ascendant, encore actif, est dû à la collision des plaques tectoniques africaine et européenne. Les plus hauts pics sont le Mulhacén, qui culmine à 3482 m d'altitude, et le Veleta situé à 3392 m. Par conséquent, la Sierra Nevada est la deuxième cordillère la plus haute d'Europe, après les Alpes (4810 m).

Il s'agit d'une cordillère de presque 100 km de long et 30 km de large. La côte méditerranéenne, où l'on cultive des variétés tropicales comme la mangue, l'avocat, la canne à sucre, etc., se situe seulement à environ 40 km du Mulhacén, qui par contre présente des conditions climatiques plus proches des déserts gelés du cercle polaire. Ceci donne une idée de la brutalité du changement des conditions climatiques, ainsi que des fortes pentes existantes dans ses coteaux. L'orientation du massif dans le sens est-ouest, produit aussi de forts contrastes entre le versant sud, très ensoleillé et le versant nord plus ombragé. Du point de vue climatique, il y a aussi des différences substantielles entre l'ouest, plus pluvieux, et l'est beaucoup plus aride.

Pendant le Miocène-Pliocène, le sud de la Péninsule Ibérique et le nord de l'Afrique étaient en contact durant environ 1,5 millions d'années. Plusieurs espèces terrestres ont pu ainsi atteindre des aires relativement distantes, favorisées par les successives oscillations climatiques. Ceci explique comment des espèces de régions steppiques du



**Fig. 1 :**  
Carte de situation.

sud-ouest de l'Asie ou du nord de l'Afrique sont arrivées à la Sierra Nevada pendant les périodes plus chaudes. Inversement d'autres espèces septentrionales du continent européen émigraient vers le sud quand le climat devenait plus froid, ce qui explique la raison pour laquelle on y trouve encore plusieurs espèces de distribution restreinte et que l'on trouve aujourd'hui seulement dans les Pyrénées ou les Alpes. Cette situation s'est aussi présentée pendant le Quaternaire. Il y a eu aussi des processus de spéciation qui expliquent la présence de plantes endémiques exclusives de la Sierra Nevada ou des Cordillères Bétiques. Au total la Sierra Nevada héberge 2 232 espèces et sous-espèces natives (LORITE, J., 2016) parmi lesquelles 105 sont endémiques de ce massif.

## Un territoire protégé depuis 1986

La Sierra Nevada est considérée comme une des zones naturelles les plus importantes de l'Europe et du bassin méditerranéen à cause de sa richesse biologique et de son endémisme. En plus de sa flore extraordinaire, ce massif héberge la population la plus importante de Bouquetin Ibérique (*Capra pyrenaica*), espèce endémique de la Péninsule. La présence de plusieurs espèces d'insectes dans la haute montagne, plusieurs d'entre eux étant aussi endémiques, est quelque chose de très remarquable. Ses richesses et singularité en termes de biodiversité justifiaient sa reconnaissance internationale et en 1986 la Sierra Nevada a été décla-

rée Réserve de la Biosphère par l'UNESCO. Quelques années plus tard, en 1989, le Parlement d'Andalousie approuvait la Loi de déclaration du massif comme Parc naturel. En 1999, en vertu d'une Loi nationale, la zone de haute montagne a été déclarée Parc national, incluant ce type d'écosystèmes dans le Réseau espagnol des Parcs nationaux.

Le classement en Réserve de la Biosphère n'est pas la seule reconnaissance de l'importance internationale de la Sierra Nevada. Ce territoire fait partie aussi du Réseau Natura 2000, en tant que Zone de protection spéciale (Directive Oiseaux) et Zone spéciale de conservation (Directive Habitats). Récemment, à l'occasion du Congrès Mondial des Parcs de l'IUCN<sup>1</sup> à Sydney (Australie) en novembre de 2014, la Sierra Nevada a été incluse dans la première Liste verte des zones protégées bien gérées de l'IUCN, composée de 24 espaces protégés partout dans le monde.

## Les écosystèmes forestiers de la Sierra Nevada

Décrire en quelques mots la végétation forestière d'une cordillère tellement complexe du point de vue géologique et biologique peut sembler audacieux. Les lecteurs me permettront de faire une synthèse, même au risque d'omettre des détails intéressants. La nature chimique du substrat et le climat sont des facteurs essentiels qui expliquent la distribution de la plupart des espèces de plantes.

En ce qui concerne la Sierra Nevada, à grands traits, il y a deux types principaux de substrats : d'un côté la majorité du territoire avec des substrats acides siliceux, procédé des micaschistes du complexe Nevado-Filabride, et d'un autre côté, les substrats calcaires dolomitiques du complexe Alpujarride.

Du point de vue bioclimatique, la Sierra Nevada comprend cinq des six thermotypes caractéristiques de la région méditerranéenne (VALLE et LORITE, 2001) :

- thermo-méditerranéen : jusqu'à 600 m d'altitude. Domaine du maquis thermophile très transformé par l'agriculture ;
- méso-méditerranéen : entre 600 et 1400 m. Domaine du maquis sclérophylle sec avec culture de l'olivier et de l'amandier ;

1 - Union internationale pour la conservation de la Nature.

– supra-méditerranéen : entre 1400 et 1800 m. Domaine des espèces feuillues sclérophylles pérennes et marcescentes ;

– oro-méditerranéen : entre 1800 et 2800 m. Domaine des forêts de conifères et du maquis à genêts et genévrier ;

– crioro-méditerranéen : au dessus de 2800 m. Domaine des pâturages d'altitude.

Les forêts naturelles de la Sierra Nevada varient selon le substrat et le climat, et aussi selon les antécédents bio-géographiques. Dans les zones plus basales du massif sur des sols siliceux, on trouve des chênaies vertes de la communauté *Adenocarpo decoraticantis* - *Quercetus rotundifoiliae*, avec *Quercus ilex* subsp. *ballota* (= *Quercus rotundifolia*) et sa cohorte d'espèces d'arbres et maquis méditerranéen : *Adenocarpus decoraticans*, *Juniperus oxicedrus*, *Daphne gnidium*, *Crataegus monogyna*, *C. granatensis*, etc. Dans les domaines calcicoles, les chênaies de la communauté *Paeonio coriaceae* - *Quercetum rotundifoliae* sont accompagnées aussi d'autres espèces comme *Lonicera etrusca*, *L. implexa*, *Berberis hispanica*, *Prunus ramburii*, etc. Dans les endroits plus humides on trouve des espèces feuillues comme *Quercus faginea*, *Amelanchier ovalis*, *Lonicera splendida* et *Helleborus foetidus*. Sur les substrats plus profonds s'installe *Quercus coccifera*, avec *Crataegus monogyna* et *Rhamnus oleoides*.

L'étage suivant en altitude est occupé par les chênaies feuillues marcescentes de la communauté *Adenocarpetum decorticantis* - *Quercetum pyrenaicae* du chêne tauzin *Quercus pyrenaica*. On les trouve sur des substrats siliceux, décarbonatés, à pH acide, dans les endroits avec une précipitation annuelle au dessus de 600 mm et avec des étés frais. Son facteur limitant principal est la disponibilité en eau l'été, donc ces formations occupent plutôt les grands ravins orientés vers l'ouest et le nord. Dans le versant sud il y a une chênaie importante de *Quercus pyrenaica* à Cáñar, municipalité du Parc, dans une zone à brouillards fréquents.

Dans les zones ayant des conditions plus mésophytiques les chênes tauzins s'accompagnent de *Quercus faginea*, *Sorbus torminalis*, *Sorbus aria*, *Prunus avium*, *Acer granatense* et *Taxus baccata*. Dans tous les cas, ces formations ont un caractère relictuel, car elles se trouvent à leur limite écologique et, sans doute, elles sont parmi les plus vulnérables au changement climatique.

Les espèces autochtones de pins de la Sierra Nevada occupent surtout l'étage oro-



méditerranéen. L'étape la plus mûre correspond à une masse mixte de *Pinus sylvestris nevadensis* (sous-espèce exclusive de la Sierra Nevada et de la Sierra de Baza) et *Juniperus sabina*. Dans le passé il a dû y avoir aussi *Pinus nigra* subsp. *clusiana*, aujourd'hui disparue. Sur les sols calcaires on trouve des pinèdes de Pin maritime andalou, *Pinus pinaster* subsp. *acutisquama*, caractéristique des Cordillères Bétiques, et *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*, qui se trouve parfois aussi sur des sols siliceux.

Différentes espèces de pins ont été utilisées pour reboiser de grandes surfaces du territoire (plus de 30 000 ha) pour lutter contre l'érosion, surtout *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* (avec une sous-

**Photo 1 :**  
Les hauts sommets de la Sierra Nevada hébergent une biodiversité étonnante, une des plus riches du bassin méditerranéen.  
Photo B. Ramos.

**Photo 2 :**  
Chênes tauzin dans l'étage supra-méditerranéen.  
Au fond chênaie verte.  
Photo Jose Miguel Barea.





**Photo 3 :**  
*Pinus sylvestris* subsp.  
nevadensis, sous-espèce  
endémique de la Sierra  
Nevada et de la Sierra  
de Baza.  
Photo Jose Miguel Barea.

espèce originaire de la Cordillère Centrale de l'Espagne et non de la Sierra Nevada), ainsi que *Cedrus atlantica*.

Enfin, il faut faire mention de la végétation de haute montagne qui occupe l'étage crioro-méditerranéen et les zones supérieures de l'étage oro-méditerranéen. Elle concentre la plupart des espèces endémiques de la Sierra Nevada. On peut distinguer les ambiances suivantes :

– Pâturages d'altitude ou psicro-xérophytiques (*Erigeronto-Festucetum clementei*). Les graminées vivaces et les petits maquis en forme de coussin sont prédominants dans ces ambiances d'un climat extrême. Les plantes endémiques exclusives comme *Hormatophylla purpurea*, *Artemisia granatensis*, *Festuca clementei* et *Erigeron frigidus* se succèdent avec d'autres éléments ibériques, méditerranéens et boreo-alpins, comme *Scutellaria alpina*, *Gentiana alpina*, *Papaver lapeyrousonianum*, etc. Sur des endroits favorables, avec des sols profonds et frais, on trouve une communauté très originale, *Omalotheco pusillae - Lepydietum stylati*, avec *Vaccinium uliginosum* subsp. *nanum*, *Mucizonia seloides*, *Omalotheca pusilla*, *Epilobium alsinifolium*, *Lepidium stylati*, etc.

– Pâturages humides («borreguiles»). Il s'agit de pâturages sur sols humides à cause du dégel, qui constituent la principale ressource alimentaire des herbivores sauvages et domestiques en été. Selon le degré d'humidité on y trouve une communauté plus sèche, *Armerio splendentis - Agrostietum nevadensis* et dans les sols profonds et hydromorphiques se trouvent les pâturages humides de *Nardo strictae - Festucetum ibericae*. Dans les sols inondés de façon permanente

se trouvent des tourbières *Festuco frigidae - Caricetum intricatae*.

– Maquis à genêts et genévrier. Sur l'étage oro-méditerranéen entre 1800 et 2800 m se trouvent des formations climatiques de maquis de haute montagne de la communauté *Genisto baetica - Juniperetum nanae*, avec *Juniperus communis* subsp. *nana* et subsp. *hemisphaerica*, *Juniperus sabina* subsp. *humilis* et des genêts comme *Genista versicolor* et *Cytisus galianoi*.

## L'Observatoire du changement global de la Sierra Nevada

Le changement climatique représente déjà une réalité incontestable. La température moyenne des océans et de l'air a déjà augmenté et les concentrations de gaz à effet de serre ne cessent d'augmenter au niveau planétaire. Pour le bassin méditerranéen la plupart des modèles climatiques pronostiquent une augmentation importante de la température, la chute des précipitations et une augmentation significative de la variabilité climatique.

Conscient de cette réalité, l'UNESCO a promu en 2007 le projet GLOCHAMORE (GLObal CHAnge in MOUNTain REGions<sup>2</sup>) avec la participation de 25 Réserves de la Biosphère de montagne partout dans le monde, y inclus la Sierra Nevada. Le projet se proposait de formuler le cadre conceptuel et des éléments thématiques qui doivent orienter les Programmes de suivi du changement global dans les zones de montagne, en tant qu'espaces dans lesquels les variations des conditions climatiques en fonction de l'altitude reproduisent les changements qui arrivent dans les continents en fonction de la latitude. L'étude des conséquences de ces changements sur les écosystèmes naturels dans les Réserves concernées était, par conséquent, pertinente. L'intervention conjointe des institutions scientifiques et des gestionnaires des Réserves pour atteindre les objectifs du projet était également appropriée, afin de valider scientifiquement les résultats de l'analyse sur la base des besoins d'information identifiés par les gestionnaires.

Une fois le projet finalisé, l'Administration régionale responsable de la gestion des aires protégées (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía) a pris la décision de continuer les travaux pour évaluer les consé-

2 - <http://mri.snatweb.ch/projects/glochamore>

quences du changement climatique sur les écosystèmes de la Sierra Nevada et sur ses services environnementaux, sur la base des conclusions du projet GLOCHAMORE. Grâce à la coopération entre l'Administration gestionnaire et la communauté scientifique, en particulier l'Université de Grenade, la Sierra Nevada compte sur un Programme de suivi élaboré sur cette base, avec des méthodologies scientifiquement validées (ASPIZUA *et al.*, 2012), un système de collecte et de gestion de l'information (LINARIA) et un projet de Programme de Communication à la Société.

La structure qui soutient ces efforts a été dénommée Observatoire du Changement Global de la Sierra Nevada, elle a été cofinancée par des Fonds européens (FEDER et FEADER) et soutenue par l'Agence des Parcs nationaux du ministère de l'Environnement et sa Fondation Biodiversité. Ce schéma a été adopté au niveau régional avec la création du Réseau des Observatoires du Changement Global d'Andalousie dans lequel sont inclus les Observatoires des zones arides (Almería), des zones humides (Doñana et Guadalquivir), du littoral (Détroit de Gibraltar) et des montagnes (Sierra Nevada). Dans tous les cas, au moins une institution scientifique se porte garante de la qualité scientifique des travaux.

## L'empreinte du changement global sur la Sierra Nevada

En octobre 2015, l'Observatoire du Changement Global de la Sierra Nevada a publié le travail « *L'empreinte du changement global à la Sierra Nevada : défis pour sa conservation* » (ZAMORA *et al.* 2015). Même si les séries de données ne concernent pas une période trop longue, quelques conclusions ont été apportées. Les plus intéressantes concernant les écosystèmes forestiers sont les suivantes :

1. On constate une augmentation de la température moyenne, maximum et minimum, aussi bien de l'air que de l'eau, et la chute des précipitations.
2. Les formations de chênes *Quercus ilex ballota* et *Q. pyrenaica* ont augmenté leur couverture.
3. Les formations de chêne tauzin montent en altitude et colonisent d'autres habitats, comme les cultures abandonnées et les pinèdes de reboisement.



4. L'intensité et la fréquence des impacts des infestations par insectes sur les systèmes forestiers ont partout augmenté. Les pinèdes de la Sierra Nevada sont situées à une altitude où la processionnaire du Pin (*Thaumatomoea pityocampa*) profitera de plus en plus de l'augmentation des températures. Jusqu'à très récemment, cette espèce n'affectait pas *Pinus sylvestris* à cause de son altitude, mais ces formations commencent à montrer déjà des signes d'affectation.

5. En ce qui concerne les probabilités de régénération naturelle dans les plantations de pins, on a constaté l'influence des usages du sol dans le passé comme un des principaux facteurs écologiques qui influent sur la



**Photo 4 :**  
*Genista versicolor*,  
un genêt endémique  
de certaines cordillères  
bétiques.  
Photo Jose Miguel Barea.

**Photo 5 :**  
Genévrier *Juniperus communis* subsp. *nana*.  
Photo Jose Miguel Barea.



a



b



c

#### Photos 6, 7, 8, ci-dessus :

a - *Leontodon boryi*, une vivace endémique de la Sierra Nevada, que l'on trouve dans les pâturages psicro-xérophytiques de l'étage crioroméditerranéen.

b - *Gentiana sierrae*, une endémique exclusive de la Sierra Nevada, que l'on trouve dans les pâturages humides (*borge-guiles*) de haute montagne à substrat siliceux.

c - *Papaver lapeyrousiatum*, un coquelicot endémique de la Sierra Nevada très menacé.

Photos a, b : I. Henares.  
Photo c : JMB.

régénération naturelle des forêts. Une plus grande intensité d'usage du sol implique une régénération de la végétation naturelle plus faible ou plus difficile. Il s'agit d'un

facteur beaucoup plus important que la distance aux sources de semences ou la densité de la plantation.

6. La couche de neige a une durée de vie moyenne de 4 jours inférieure à celle d'il y a 14 ans. Cela est dû au retard des premières précipitations de neige, à l'avance du dégel, à l'augmentation des températures et à la diminution des précipitations. Par conséquent, les impacts sur la végétation de haute montagne qui dépend de la durée de vie de la couche de neige, sont bien évidents. La situation des formations de genévrier de *Juniperus communis* subsp. *nana*, est particulièrement inquiétante car elles sont extrêmement difficiles à restaurer en cas de détérioration.

7. Les risques de grands incendies de forêt augmentent significativement à cause de la chute des précipitations, de l'augmentation des températures et de la hausse du stress hydrique chez les plantes.

8. Les indices de bien-être dans les villages inclus dans le Parc Naturel de la Sierra Nevada ont montré des niveaux supérieurs par rapport à d'autres Municipalités de la province. Les aires protégées fournissent des services écosystémiques précieux pour la société et de grande importance socio-économique.

## Conséquences pour la gestion

L'expérience accumulée dans la Sierra Nevada après quelques dizaines d'années de gestion des espaces naturels et la mise en marche de son Observatoire du Changement Global nous montrent le chemin à suivre pour mettre en place des instruments qui garantissent la conservation des éléments naturels et des services écosystémiques justifiant sa création. Parmi les leçons apprises concernant la conservation des écosystèmes forestiers, on peut signaler les suivantes :

1. Changement du modèle basé sur la gestion conservatoire du passé vers la gestion active et adaptative : s'il n'est pas possible d'arrêter les conséquences du changement global sur les écosystèmes, au moins il faut aider ces derniers à s'adapter et augmenter leur résilience, pour assurer la continuité des services environnementaux qu'ils fournissent dans un scénario changeant.

2. L'amélioration des politiques de gestion de l'eau est absolument cruciale, car les demandes augmentent et la disponibilité en eau se réduit.

3. Forêts plus diverses, avec des espèces autochtones et moins homogènes qui résistent mieux aux défis du changement global.

#### Photos 9, 10, 11, 12, ci-contre :

a - L'accenteur alpin (*Prunella collaris*), une des espèces d'oiseaux typiques de la haute montagne qui subit les conséquences du changement climatique.

b - *Baetica ustulata*, un orthoptère aptère endémique de la Sierra Nevada.

c - *Iberodorcadion lorquinii*, un cérambycidé endémique de la Sierra Nevada.

d - *Parnassius apollo* subsp. *nevadensis*, un papillon de haute montagne très vulnérable au changement climatique.

Photos JMB.



a



b



c



d



Les plantations de pins doivent faire l'objet de plans spécifiques de gestion pour les intégrer progressivement dans l'écosystème forestier en favorisant la régénération naturelle. De cette façon elles évolueront vers des formations mixtes beaucoup plus résistantes au feu, à la sécheresse, aux infestations d'insectes, etc.

4. Il est nécessaire de reformuler quelques aspects relatifs à la gestion forestière et des grands incendies. Plusieurs expériences concernant l'usage du feu en ambiances méditerranéennes et son intégration comme outil de gestion (feu prescrit) nous poussent à avancer dans cette direction afin de réduire la vulnérabilité des formations forestières à ces événements catastrophiques.

5. La coopération entre les gestionnaires et la communauté scientifique est indispensable pour améliorer la connaissance nécessaire pour la formulation des stratégies et des mesures et de gestion des ressources naturelles et pour garantir la qualité scientifique des travaux et son évaluation permanente.

6. Les conséquences du changement climatique et global n'influent pas seulement sur les valeurs naturelles des montagnes, mais aussi sur les services écosystémiques qu'elles fournissent. Particulièrement importants sont les services de régulation (hydrique, climatique ou contrôle de l'érosion), d'approvisionnement (d'eau, d'habitat) et culturels (connaissance scientifique, éco-tourisme rural, bien-être des habitants locaux, etc.).

## B.R.

**Photo 15 :** Capileira, un village typique de l'Alpujarra sur le versant sud de la Sierra Nevada. Photo JMB.

## Bibliographie

- Aspizua, R., Barea-Azcón, J.M., Bonet, F.J., Pérez-Luque, A.J y Zamora, R. (2012). *Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada. Metodologías de Seguimiento*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 112 pp.  
Lorite, J. (2016). An updated checklist of the vascular flora of Sierra Nevada (SE Spain). *Phytotaxa*, 261 (1): 1-57.  
Blanca, G. (2001). Flora. Dans "Canseco, V.J. (ed) (2001). Parque Nacional de Sierra Nevada. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 300 pp."  
Valle, F. et J. Lorite (2001). Vegetación. Flora. Dans "Canseco, V.J. (ed) (2001). Parque Nacional de Sierra Nevada. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 300 pp."  
Zamora, R., Pérez-Luque, A.J., Bonet, F.J., Barea-Azcón, J.M. y Aspizua, R. (eds.) (2015). *La huella del cambio global en Sierra Nevada: Retos para la conservación*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. 208 pp.

**Photo 13, à gauche :**  
Bouquetins ibériques,  
*Capra pyrenaica*.  
Photo I. Flores.

**Photo 14, à droite :**  
Jardin Botanique  
Hoya de Pedraza.  
Photo Blanca Ramos.

**Blanca RAMOS**  
Biogiste  
Parque Nacional y  
Parque Natural de  
Sierra Nevada  
Département de  
Conservation  
Carretera antigua a  
Sierra Nevada km 7  
18191 Pinos Genil  
(Granada) ESPAGNE  
blanca.ramos@  
juntadeandalucia.es



## Résumé

---

La Sierra Nevada est considérée comme un hotspot majeur de la biodiversité en Europe et dans le bassin méditerranéen. Au total, 2 232 taxons ont été répertoriés, 105 étant endémiques de ce massif. Il a un régime de protection depuis 1986, en tant que réserve de la biosphère de l'UNESCO, il est devenu Parc naturel en 1989, puis Parc national en 1999 et est classé en zone Natura 2000 depuis 2002. En 2014, il a également été inclus dans la Liste verte de l'IUCN des zones protégées bien gérées. En raison de ses caractéristiques et son emplacement stratégique, la Sierra Nevada constitue un laboratoire unique pour suivre les conséquences du changement climatique et des autres changements provoqués par l'homme, comme le changement d'usage des terres, l'introduction d'espèces exotiques et envahissantes, etc. La coopération entre les scientifiques et les gestionnaires d'aire protégée a produit les bases de la création de l'Observatoire du changement global de la Sierra Nevada. Ce dernier maintient une surveillance continue des effets des changements globaux sur les écosystèmes et la biodiversité, dont certains ont déjà été caractérisés. On a constaté une augmentation de la température moyenne de l'eau et de l'air, et une réduction des précipitations (spécialement dans le secteur Ouest). Depuis quelques années, des mesures de gestion adaptative, orientées vers l'accroissement de la résilience et de la capacité d'adaptation des systèmes naturels, sont mises en œuvre, testées et évaluées.

## Summary

---

### Global change impacts on Sierra Nevada forests

Sierra Nevada is considered as a major hotspot of biodiversity within Europe and the Mediterranean basin. In total 2.232 taxa have been listed, 105 being endemic of this massif. It has a protection regime since 1986 as UNESCO Biosphere Reserve, and later as Nature Park (1989), National Park (1999) and Natura 2000 zone (2002). In 2014 it also has been included in the IUCN Green List of Well Managed Protected Areas.

Thanks to their particular features and strategic situation, Sierra Nevada constitutes a unique laboratory to follow up the consequences of climate change and others man-induced, like land use change, introduction of exotic invasive species, etc. The generous cooperation among scientists and protected area managers has provided the basis of the Sierra Nevada Observatory of Global Change. It keeps assessing the impacts on the ecosystems and the biodiversity, some of them being already characterized. An increase of water and air temperature and a reduction of rainfall (specially on the western sector) have been detected. Since a few years ago some measures of adaptive management, oriented to increasing the resilience and the adaptation capacity of the natural systems, are being implemented, tested and assessed.

## Resumen

---

### La huella del cambio global en los bosques de Sierra Nevada

Sierra Nevada está considerada como uno de los enclaves de mayor biodiversidad de Europa y de la cuenca mediterránea. Se han catalogado un total de 2.232 taxones de plantas vasculares, de los que 105 son endémicos de este macizo. Cuenta con un régimen de protección desde 1986 como Reserva de la Biosfera de UNESCO y posteriormente como Parque Natural (1989), Parque Nacional (1999) y zona Natura 2000 (2002). Desde 2014 forma parte de la Lista Verde de UICN de Espacios Protegidos Bien Gestionados.

Por sus especiales características y su situación estratégica Sierra Nevada constituye un laboratorio único para el seguimiento de las consecuencias del cambio climático y otros producidos por el ser humano (cambios de usos del suelo, llegada de especies exóticas invasoras, etc.). La generosa colaboración entre los científicos y los gestores del espacio ha constituido la base del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada, que mantiene una supervisión continua de los efectos sobre los ecosistemas y la biodiversidad, algunos de los cuales ya se han podido caracterizar. Se ha detectado un incremento de la temperatura media del agua y del aire, además de una reducción de las precipitaciones, sobre todo en su sector occidental. Desde hace años se vienen poniendo en práctica y evaluando determinadas medidas de gestión adaptativa orientadas a incrementar la resiliencia de los sistemas naturales y a facilitar su capacidad de adaptación a las nuevas condiciones.