



**OPCC**  
ADAPYR



# GUÍA DE RECOMENDACIONES PARA LOS PLANES DE GESTIÓN DE LA FLORA Y LA FAUNA EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO



**cbn** CONSERVATOIRE  
BOTANIQUE  
NATIONAL  
PYRÉNÉES  
ET MIDI-PYRÉNÉES







El objetivo principal del proyecto Observatorio pirenaico del cambio climático (OPCC ADAPYR) es apoyar a los territorios asociados en sus estrategias de adaptación a los impactos del cambio climático.

En esta perspectiva, es importante producir herramientas y soportes de información que se pongan a disposición de los responsables de la toma de decisiones, de los gestores del espacio y, en general, de la sociedad civil.

Así, el OPCC ADAPYR sigue desarrollando su plataforma de referencia sobre el cambio climático en los Pirineos, y ofrece un conjunto de recomendaciones a través de guías de recomendación como ésta dedicada a los planes de gestión de la flora y la fauna en un contexto de cambio climático.



REFERENCIA A CITAR

AUBRET F. & LARGIER G, 2022. *Guía de recomendaciones para los planes de gestión de la flora y la fauna en un contexto de cambio climático*. CNRS SETE, Conservatoire botanique national Pyrénées et Midi-Pyrénées, 34 p.

## CO-FINANCEURS



FLORAPYR es financiado al 65 % por el Fondo europeo de desarrollo regional (FEDER) como parte del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2014-2020), y cofinanciado por la Región Occitanie, Pyrénées Méditerranée, la Región Nouvelle-Aquitaine, l'Estado Francès (Fundo nacional por la planificación y el desarrollo del territorio, macizo del Pirineo) y el conjunto de los socios.

## Resumen

La comunidad científica está de acuerdo en el hecho que a lo largo de las próximas décadas la acción simultánea del cambio climático y la pérdida de hábitats debido a los cambios de usos del suelo van a ser las principales causas de pérdida de biodiversidad y de extinción de especies en el mundo. Los ambientes de montaña no escapan a esta proyección.

Los Pirineos albergan una fauna y flora particularmente ricas, con muchos endemismos, especialmente sensibles y vulnerables a los cambios climáticos. Dada su naturaleza accidentada, los Pirineos han podido preservar ciertos ambientes naturales silvestres, o que se han renaturalizado secundariamente a causa de la disminución de la actividad agropastoral. Los Pirineos proporcionan, asimismo, una multitud de bienes y servicios muy valiosos para el conjunto de la sociedad, y es crucial, en este contexto, cuestionarse sobre la adaptación de las prácticas actuales de gestión de los espacios naturales proveedores de servicios (gestión forestal, pastoral, turística...) en un contexto climático cambiante.

En este sentido, es esencial definir e integrar las líneas directrices para incorporar la adaptación a los planes de manejo de la flora y fauna pirenaicas, en particular a los planes de conservación de especies y ecosistemas amenazados, con tres objetivos principales y sinérgicos :

(1) Incrementar el conocimiento, puesto que el conocimiento de la ecología de poblaciones y ecosistemas es clave para una gestión dirigida, informada y eficaz del patrimonio faunístico y florístico de los Pirineos,

(2) Establecer una gestión de conservación de los ambientes pirenaicos dinámica, y aplicarla al proceso de gestión del medio y a las necesidades de ordenación del territorio,

(3) Compartir conocimientos y experiencias, informar, formar y sensibilizar, con el fin de favorecer el intercambio entre la investigación fundamental y aplicada y los gestores de la biodiversidad, los actores de la protección del medio ambiente, el público general, y las administraciones locales, regionales, nacionales y europeas.

Estas directrices giran en torno a la observación (con la producción de indicadores sobre fauna y flora para su seguimiento a largo plazo), el análisis de prácticas de manejo, y la implementación de estrategias de restauración ecológica. En este documento, se proponen una serie de recomendaciones aplicadas al complejo, rico y singular contexto cultural, topográfico, climático y biológico de los Pirineos, como la armonización de las políticas de adaptación con una perspectiva de durabilidad, el refuerzo de los planes actuales de seguimiento y control de especies vulnerables o exóticas invasoras, o un mayor estudio del desplazamiento de las áreas de distribución de especies causado por el cambio climático y del potencial de adaptación de las diversas especies amenazadas.

Finalmente, se presentan y discuten ejemplos concretos, en los que los beneficios de una gestión integrada de la fauna y la flora ya están teniendo efectos mitigadores sobre la pérdida de biodiversidad.

# Índice de contenidos

|   |    |
|---|----|
| I- Introducción y contexto .....  | 7  |
| II- Objetivos para la consideración de las recomendaciones .....  | 13 |
| Aumentar nuestros conocimientos   |    |
| Formular recomendaciones para manejos de conservación de especies   |    |
| Compartir conocimientos y experiencias, informar, formar y sensibilizar   |    |
| III- Ámbito de aplicación .....   | 15 |
| IV- Recomendaciones .....   | 17 |
| 1. Observar para una mejor comprensión de los hechos .....  | 17 |
| 2. Analizar y mejorar las prácticas de gestión .....  | 19 |
| 3. Fomentar la difusión del conocimiento y su acceso al mayor número de personas .....  | 21 |
| V- Ejemplos concretos .....   | 23 |
| 1. La lagartija pirenaica Iberolacerta al borde de la extinción .....   | 23 |
| 2. Introducción de fauna piscícola en los lagos de alta montaña para fines alimentarios y, más recientemente, para la pesca deportiva ..... | 26 |
| 3. El uso de vegetales de origen local en las prácticas de gestión de recursos y de restauración ecológica .....                            | 28 |
| 4. Los bosques maduros: conservación de la biodiversidad y atenuación de los efectos del cambio climático .....                             | 31 |



## Introducción y contexto

### Un cambio climático global

El cambio climático afecta de forma más o menos directa a todos los ecosistemas del planeta. La pérdida de biodiversidad, que es un proceso multifactorial, nos lleva a hablar hoy en día de una 6ª extinción. Se estima que en 2050 se habrán extinguido entre el 15 y el 37 % de las especies a nivel mundial.

Las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) son asimismo pesimistas, incluso para escenarios de emisiones de carbono relativamente controlados (RCP 2.6). Un aumento de 2°C en la temperatura media del planeta de aquí a finales de siglo tendría consecuencias distintas dependiendo de las regiones del mundo, pero en todos los casos comportaría cambios significativos en el régimen de las precipitaciones y en la frecuencia y severidad de eventos extremos. Estos cambios ya están teniendo fuertes impactos en todos los sectores socioeconómicos y en el entorno natural mundial. Disponer de mejor conocimiento posible de estos cambios, y de sus impactos y de las incertidumbres que conllevan es esencial para identificar las medidas de adaptación más adecuadas y poder desarrollarlas a medida que avanza nuestro conocimiento.

En coherencia con el último informe de evaluación del IPCC publicado en abril de 2022, es posible predecir los cambios que se van a producir en las diferentes regiones y hacer disponibles los datos cuantitativos correspondientes a estos cambios a todos los actores con capacidad para actuar.

Desde un punto de vista cualitativo, los principales cambios climáticos esperados, en la misma línea que los cambios en curso ya detectados, son los siguientes :

> un mayor aumento de las temperaturas con

respecto a la media mundial de 2°C, especialmente en las regiones más alejadas de la costa, con olas de calor cada vez más frecuentes y severas, y que se extienden más allá de los períodos típicamente de verano; y olas de frío menos severas y menos frecuentes, pero sin que se reduzcan los riesgos asociados a las heladas primaverales, favorecidas por un inicio más temprano del período de crecimiento de la vegetación ;

> precipitaciones más intensas, incluso en aquellas regiones donde se prevé una reducción de la precipitación media anual, que harán aumentar el riesgo de crecidas y de inundaciones; al mismo tiempo los episodios de sequía serán más frecuentes y severos, con una fuerte disminución de los caudales y estiajes de ríos y arroyos, una mayor presión sobre los recursos hídricos necesarios para los ecosistemas y para las actividades humanas, y un mayor riesgo de incendios forestales;

> calentamiento del océano y aceleración de la subida del nivel del mar, asociados con un mayor riesgo de inundación de las zonas costeras;

> evolución incierta de la frecuencia y severidad de las tormentas, excepto en las regiones tropicales de ultramar, donde se espera que aumente la severidad de los ciclones.

Es evidente que los objetivos fijados por y para los países (del acuerdo de París en particular) requieren un cambio en las orientaciones políticas y de las prioridades, así como un profundo cuestionamiento de las prácticas, y se enfrentan a limitaciones económicas, ideológicas y administrativas, complejas y entrelazadas entre sí.

La tarea es inmensa, y más aún en un contexto de crisis sanitaria (CoVid 19) que lleva a los estados a concentrarse en sí mismos, y desvía parcialmente la atención internacional sobre los problemas globales, a pesar de que esta crisis apunta precisamente a los desequilibrios y a la vulnerabilidad del medio ambiente, de nuestras formas de vida y del modelo de desarrollo.

## El cambio climático en los Pirineos

Los ecosistemas de montaña son particularmente sensibles y vulnerables al cambio climático, a semejanza de los ecosistemas del cinturón ecuatorial. Esto se debe en gran parte al gradiente altitudinal y al terreno accidentado, que implican una gran proximidad entre los ecosistemas y una zonación muy compactada de los nichos climáticos. Esto es aún más cierto para el macizo pirenaico, una barrera natural estrecha y escarpada al norte de la Península Ibérica, orientada de oeste a este entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo. Este contexto favorece que los ecosistemas sean frágiles y vulnerables a los desequilibrios, a los efectos dominó con extinciones locales, a la invasión/colonización o a la circulación de parásitos y enfermedades. Los Pirineos también albergan una fauna y flora específicas, con muchos endemismos y un elevado valor patrimonial (<https://www.opcc-ctp.org/fr/contenido/>).

Entre 1959 y 2020, las temperaturas medias en los Pirineos aumentaron en 1,6 °C, aunque el calentamiento no ha sido constante ni regular. En cambio, este calentamiento ha sido uniforme a ambos lados del macizo. Las precipitaciones anuales han disminuido un 8,8% durante este período, principalmente debido a su reducción en invierno y verano. La vertiente española y mediterránea ha experimentado una disminución mayor que el lado francés. Tanto para la precipitación como para las temperaturas, se ha generado una nueva base de datos diarios con objetivo de conocer la evolución de los extremos lluviosos y de sequía.

El análisis de la evolución de la capa de nieve, teniendo en cuenta que no hay series temporales largas para el macizo, no muestra una tendencia clara en los últimos 30 años, salvo una fusión más rápida en primavera.

## Clima futuro

Se han llevado a cabo proyecciones climáticas para los Pirineos a partir de datos de un conjunto de modelos climáticos mundiales y de combinaciones de modelos climáticos regionales, tomando en consideración los cuatro escenarios de emisiones globales RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5.

### \* Temperaturas

Para 2030, en el escenario RCP 8.5 : calentamiento de entre 1° C y 2,7° C con respecto al período de referencia (1961-1990) para las temperaturas máximas, y de entre 0,9 °C y 2,2° C para las temperaturas mínimas.

Para 2050, en el escenario RCP 8.5 : calentamiento de entre 2 °C y 4 °C para las temperaturas máximas; y de entre 1,7 °C y 3,3 °C para las temperaturas mínimas.

En el escenario RCP 4.5, los rangos son de + 1,4° C a + 3,3° C para las temperaturas máximas, y de + 1,2° C a + 2,8° C para las temperaturas mínimas.

Para fin de siglo, en el escenario RCP 8.5, entre + 4,3° C y + 7,1° C para las máximas y entre + 3,6° C y + 6° C para las mínimas.

Para el escenario RCP 4.5, los rangos son de + 1,9 °C a + 4,2 °C para las máximas, y de + 1,6 °C a + 3,5 °C para las mínimas.

Estas tendencias de las temperaturas anuales también deben ser interpretadas estacionalmente: el aumento térmico en las últimas cinco décadas es muy marcado en verano, del orden de 0,4 °C por década, y de 0,2 °C por década en primavera.

La anomalía estacional en otoño e invierno es mucho menor y no es significativa estadísticamente. A nivel estacional hay poca diferencia para este indicador entre las laderas norte y sur de los Pirineos.





Nevero del Pic cuya vegetación se vigila para evaluar el impacto del cambio climático en la flora pirenaica.

© G. Coueron/CBNPMP

Captura de pantalla de la página web dedicada al proyecto OPCC (<https://opcc-ctp.org/fr>), en particular los contenidos relativos a los impactos del cambio climático en los Pirineos. © OPCC



### \* Precipitaciones

El número de modelos que indican un incremento de las precipitaciones medias es similar al número de modelos que indican una reducción.

### \* Grosor de la nieve

Los primeros resultados indican una reducción significativa del espesor de la nieve, aunque hay una gran variabilidad interanual.

En los Pirineos centrales, a 1800 m de altitud, el grosor medio de la nieve podría reducirse a la mitad en 2050 según la referencia actual, mientras que el período de innivación continuada del suelo se reduciría en más de un mes (QR).



## La biodiversidad afectada

Los cambios climáticos afectan a la biodiversidad de las montañas de distintas maneras, pero en síntesis, la rapidez de los cambios parece ser la principal fuente de estrés adaptativo. Se estima que el calentamiento actual es diez veces más rápido que el que pudo ocurrir durante las transiciones entre los períodos glaciales e interglaciales del Pleistoceno. Es común afirmar que en este contexto las poblaciones animales y vegetales deben:

- > migrar y así poder mantenerse en una zona climática adecuada,
- > adaptarse a las nuevas condiciones por aclimatación y/o selección natural, arriesgándose de lo contrario a desaparecer a más o menos corto plazo (extinción).

Las áreas de distribución de muchas especies se verían pues modificadas por su desplazamiento hacia altitudes mayores como resultado del desplazamiento de los nichos climáticos, incluso si los movimientos laterales siguen siendo posibles para algunas especies en función de la disponibilidad de nichos ecológicos y de su capacidad de dispersión. Teniendo en cuenta la fuerte reducción de la superficie en las áreas alpinas y subalpinas, así como su mayor fragmentación, a menos que las especies se adapten, las dinámicas de migración podrían transformarse inevitablemente en dinámicas de extinción, ya que los Pirineos tienen, por supuesto, picos con una altitud finita.

También se han documentado cambios en los ciclos vitales (fenología), como por ejemplo el avance en el calendario de los periodos fases reproductivas. El incremento de las temperaturas medias genera igualmente un estrés metabólico para ciertas especies (« metabolismo basal »), como en el caso de la lagartija vivípara, agotando fisiológicamente a los animales, con un crecimiento anormalmente rápido y a veces hasta llegando a morir antes de haberse reproducido.



Los cambios fenológicos también pueden conducir a la desincronización entre especies interdependientes (por ejemplo, entre plantas y polinizadores) y alterar las relaciones interespecíficas en las comunidades (evolución de la abundancia relativa de especies).

Por último, los cambios en la distribución de las poblaciones y el aumento del riesgo de invasión, establecimiento y expansión de especies exóticas, promueven la competencia interespecífica y la transmisión de enfermedades y parásitos. Muy probablemente, esta situación se intensificará en el futuro. Sin embargo, la capacidad de tolerancia a los cambios de muchas especies es poco conocida o completamente desconocida, así como se desconoce también el papel que podría desempeñar la plasticidad fenotípica en su capacidad adaptativa (a través de la epigenética en particular).

Por último, estos efectos no tienen por qué ser graduales o generales: las cimas más elevadas pueden verse más afectadas que las áreas de menor altitud, a pesar de que muchas especies de los picos están adaptadas a variaciones interanuales extremas.



Relevé botanique au pic de Labas dans les Hautes-Pyrénées (65). © A. Reteau/CBNPMP

## Una zona socioeconómica rica

Los Pirineos abarcan un área transfronteriza (Francia, Andorra, España) y proporcionan multitud de bienes y servicios de gran valor : turismo de verano, turismo de invierno, ecoturismo, explotación de recursos (pastoreo, agricultura, silvicultura, recolección, acuicultura, hidroelectricidad, agua potable, etc.).

El mantenimiento de esta zona socioeconómica y su posible desarrollo deben hacerse de forma sostenible, y es un reto proponer directrices para adaptar la gestión de la fauna y flora pirenaicas.

La antropización de las zonas de montaña (en sentido amplio) representa un factor de intensificación local de los efectos del calentamiento climático (alteración de los ecosistemas desde el valle hasta el piso alpino, y aporte de diversos organismos). Estos efectos pueden ser controlados y limitados a través de acciones de conservación, teniendo en cuenta de manera sistemática especies pirenaicas en los proyectos de desarrollo de las áreas ocupadas por especies sensibles, endémicas o patrimoniales.

Los impactos sobre los ecosistemas y las especies están relacionados principalmente con :

- > la gestión forestal (especialización de los bosques, poca diversidad específica de los estratos dominantes y menor resiliencia),
- > la gestión pastoral (especialización de los espacios, abandono o presiones localizadas),
- > la gestión hidráulica (efectos en los ríos),
- > la frecuentación turística (propagación de especies, presiones localizadas y degradación de los hábitats).

Es muy probable que la acción conjunta del cambio climático y de la pérdida de hábitat debida a cambios en la planificación territorial o a tipos de gestión inadecuados en un contexto de cambio climático sean las principales causas de pérdida de biodiversidad y de extinción de especies en los Pirineos durante este siglo.

Por último, el mantenimiento y la restauración de la calidad y la biodiversidad de los suelos son factores importantes para mitigar el cambio, al implicar un mejor almacenamiento de carbono.

En este contexto, parece esencial definir e integrar las líneas directrices para incorporar la adaptación a los planes de conservación de la flora y fauna pirenaicas amenazadas.



## II - Objetivos para la consideración de las recomendaciones

En este contexto, a la vez complejo, rico y único, se proponen tres objetivos principales, que dan lugar a directrices en forma de recomendaciones.

### Aumentar nuestro conocimiento

El conocimiento de la ecología de las poblaciones y los ecosistemas es la clave para una gestión específica, informada y eficaz del patrimonio faunístico y florístico de los Pirineos. Ello conlleva la identificación de las especies paraguas, centinela o bioindicadoras cuyas características las hacen apropiadas para esta tarea.

[www.opcc-ctp.org/es/](http://www.opcc-ctp.org/es/)

Únicamente con una base sólida de conocimiento se pueden definir las mejores acciones de adaptación al cambio climático, que permitan generar estrategias de conservación efectivas a largo plazo.

✳ **Recomendaciones apartado IV** : 1. Observar para una mejor comprensión de los hechos.

### Formular recomendaciones para manejos de conservación de especies

Como corolario de la adquisición de conocimientos, formular recomendaciones para una custodia del territorio dinámica en los ambientes pirenaicos para aplicarlas a los procesos de gestión del territorio y a las necesidades de desarrollo.

En otras palabras, el desarrollo socioeconómico y el aprovechamiento de los recursos naturales deben tener en cuenta la dimensión ambiental a corto, medio y largo plazo.

La traducción de los conocimientos adquiridos sobre el cambio climático en herramientas operativas debe permitir a los territorios y a sus agentes socioeconómicos tomar decisiones in-

formadas con el fin de promover la gobernanza climática y mejorar la resiliencia de los ecosistemas a los cambios en curso.

✳ **Recommandations apartado IV** : 2. Analizar y mejorar las prácticas de gestión.

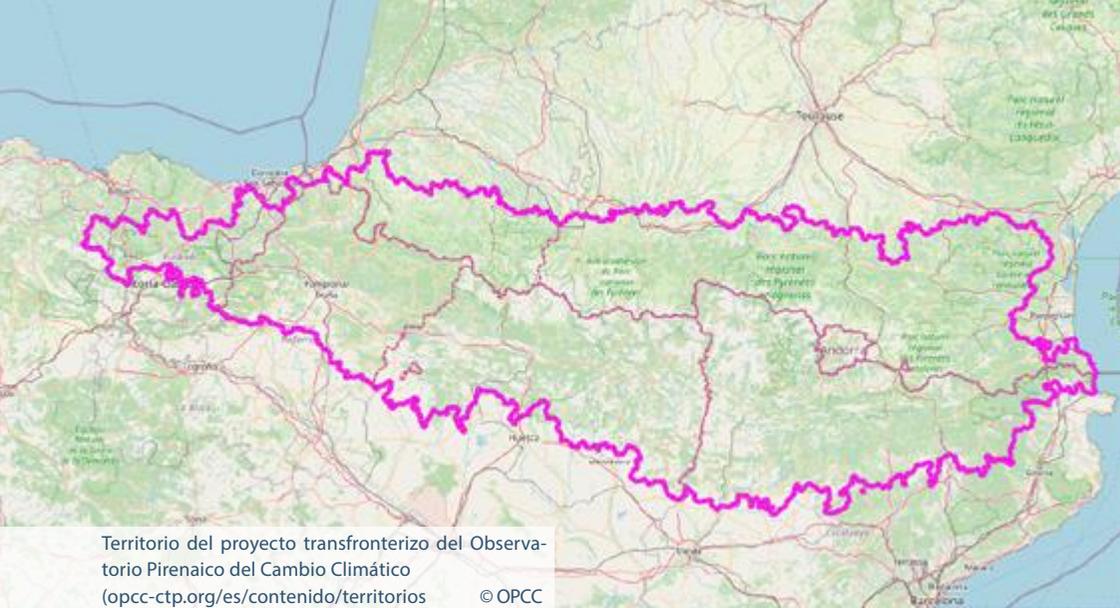
### Compartir conocimientos y experiencias, informar, formar y sensibilizar

Poner en común el conocimiento y las experiencias, informar, formar y sensibilizar. Este objetivo debería facilitar o incluso automatizar el intercambio de información entre la investigación fundamental y aplicada y los gestores de la biodiversidad, los actores de la protección del medio ambiente (naturalistas, personal de parques y reservas, gestores de espacios naturales, etc.), el público general (apropiación del conocimiento y ciencia participativa) y los responsables de la toma de decisiones locales, regionales, nacionales y europeas.

✳ **Recommandations apartado IV** : 3. Fomentar la difusión del conocimiento y su acceso al mayor número de personas.







Territorio del proyecto transfronterizo del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático  
 (opcc-ctp.org/es/contenido/territorios) © OPCC

### III - Ámbito de aplicación

La particularidad del territorio cubierto por los Pirineos es su carácter transfronterizo, incluyendo una parte del suroeste de Francia, el noreste de España y toda Andorra. Coexisten 5 idiomas oficiales (francés, castellano, catalán, euskera y occitano), concierne a 3 estados, 6 regiones administrativas e igual número de políticas ambientales, en línea con las directivas y regulaciones de la Unión Europea.

Esta complejidad humana y socioeconómica se combina con la complejidad del relieve y de sus climas a múltiples escalas, y con una fauna y flora específicas, con muchos endemismos y especies amenazadas.

Las consideraciones sobre la adaptación al cambio climático deben convertirse en la marca de agua de los planes, programas y otras herramientas actuales para la planificación y protección de la biodiversidad en los Pirineos, buscando la mejor coherencia posible entre los territorios a escala de todo el macizo.

<https://www.opcc-ctp.org/es/geoportal>

Por lo tanto, estas consideraciones están destinadas a los gestores de la naturaleza, los gestores de los bosques, pastos, ríos, caza y pesca, los financiadores de las ayudas desde municipales hasta europeas, los financiadores de proyectos de investigación, los estudios de impacto, los proyectos de ecoturismo, el desarrollo industrial y comercial, las explotaciones de recursos naturales, los promotores de estos proyectos y los organizadores de eventos deportivos, culturales o pedagógicos.

**Las diversas recomendaciones formuladas deberían integrarse en las medidas de mitigación y adaptación para la conservación de la flora y la fauna pirenaicas, y en particular en la gestión de las especies y los ecosistemas amenazados.**





Página web del Observatorio pirenaico del cambio climático ([www.opcc-ctp.org](http://www.opcc-ctp.org)), ejemplos de buenas prácticas de adaptación o mitigación. © OPCC

## IV - Recomendaciones

El triple objetivo de aumentar el conocimiento, mejorar la gestión de la biodiversidad e informar puede lograrse mediante la implementación de las siguientes acciones. Estas acciones de alcance general se ilustran en la siguiente sección, con ejemplos concretos.

### 1. Observar para una mejor comprensión de los hechos

- \* Favorecer la adquisición de conocimiento y de observaciones relativas a los riesgos naturales y a la evolución de la biodiversidad en zonas de montaña, en relación con la evolución prevista de los parámetros climáticos ;
- \* Apoyar y valorizar los proyectos de investigación sobre las relaciones entre la biodiversidad y el cambio climático ;
- \* Profundizar en el estudio del desplazamiento de las áreas de distribución de las especies, y analizarlo con respecto a los cambios climáticos y al potencial de adaptación de las especies amenazadas ;

\* Mejorar la caracterización de las adaptaciones locales climáticas de diferentes poblaciones (ecofisiología térmica), de las áreas de refugio y de los gradientes climáticos variables a una escala de detalle razonable ;

\* Promover la identificación y la posterior protección de las poblaciones y subpoblaciones de especies sensibles al cambio climático, con altas tasas de intercambio genético, así como de los hábitats y los ecosistemas particularmente sensibles o vulnerables a los efectos del cambio climático ;

\* Fortalecer el conocimiento y el seguimiento de la estabilidad y la resiliencia de los diferentes ecosistemas pirenaicos, y definir metodologías transfronterizas para evaluar cuantitativamente cualquier cambio en su capacidad para proveer servicios ecosistémicos (ej.: definición de los indicadores) ;

\* Continuar trabajando en los inventarios y seguimientos con el apoyo de programas profesionales, y desarrollar la ciencia ciudadana cuando sea posible ;

- \* Promover la creación y el mantenimiento de bases de datos transfronterizas, como atlas pirenaicos de especies vegetales y animales ;
- \* Promover estudios que tengan en cuenta los efectos individuales y las interacciones de los factores climáticos y antropogénico ;
- \* Reducir lagunas e incertidumbres sobre la introducción potencial, la expansión y las estrategias de lucha contra las plagas, vectores de enfermedades y de especies exóticas invasoras ;
- \* Identificar y anticipar las amenazas derivadas del incremento en altitud o el cambio de las áreas de distribución de las especies competidoras, invasoras o exóticas, y del conjunto de enfermedades o parásitos asociados ;
- \* Fomentar la creación de nuevas redes de observación de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, así como promover la dinamización y el mantenimiento a largo plazo de las redes existentes de observación en alta montaña ;
- \* Promover la creación de un catálogo de áreas pirenaicas particularmente sensibles al cambio climático en aquellas zonas del macizo con ecosistemas emblemáticos y únicos, vulnerables o especialmente sensibles, o que incluyen especies amenazadas o endémicas la distribución y características de las cuales impiden su desplazamiento ;
- \* Comprender e integrar la evolución de los sistemas, de las prácticas y de las cadenas agrícolas y agroalimentarias para tener en cuenta el nuevo contexto climático, apoyando especialmente el desarrollo de la actividad agroforestal y la agroecología, y considerando los impactos socioeconómicos y el coste de la inacción según las particularidades ambientales, económicas y sociales del territorio ;
- \* Promover la identificación de efectos acumulativos o amplificadores eventuales entre la evolución climática y modalidades de gestión de los espacios naturales y seminaturales, cuyos recursos son valorizados para las actividades humanas ;
- \* Impulsar la elaboración de soluciones adaptativas basadas en la naturaleza (Natural Based Solutions) para mejorar las posibilidades de migración y los cambios de área de distribución en las zonas protegidas de los Pirineos, a través del mantenimiento de corredores ecológicos entre ellas (mejorar la conectividad ecológica) ;
- \* Mejorar el conocimiento sobre los ecosistemas degradados (y/o la degradación de sus funcionalidades: hábitats, regulación de los recursos hídricos, almacenamiento de carbono, etc.) ;
- \* Mejorar el conocimiento sobre la restauración de ecosistemas y de hábitats naturales, principalmente a base de compartir bases de datos, y de los seguimientos posteriores a operaciones de restauración ecológica.

## 2. Analizar y mejorar las prácticas de gestión

El objetivo principal es adaptar las prácticas de gestión con una perspectiva a largo plazo hacia el respeto del funcionamiento de los ecosistemas y la continuidad ecológica, para guiar la transformación de los territorios con respecto a las evoluciones actuales y futuras. Con este fin, es necesario facilitar y promover enfoques territoriales para la gestión sostenible, en particular a través de un diálogo territorial permanente que considere la continuidad ecológica en la gestión y planificación del territorio, y la implementación de planes clima-aire-energía<sup>(1)</sup> destinados a fortalecer la resiliencia de los territorios a los impactos del cambio climático.

### *Áreas protegidas*

- \* Impulsar el desarrollo de una red coherente, conectada y representativa de áreas protegida donde se lleve a cabo una gestión adaptativa ;
- \* Ajustar en consecuencia los límites administrativos de los espacios protegidos actuales y futuros a la biología de las especies, además de a los efectos previsibles del cambio climático ;
- \* Promover la incorporación de gradientes altitudinales y laterales en la red actual de áreas protegidas pirenaicas, con el fin de mejorar la protección de las poblaciones cuyas áreas de distribución se encuentran en fase de desplazamiento geográfico a causa del cambio climático ;
- \* Identificar y salvaguardar las zonas pirenaicas más representativas en términos de biología de la conservación, prestando especial atención a los hotspots de biodiversidad, a los hábitats singulares, particularmente sensibles a la variabilidad climática o en un delicado estado de equilibrio con las condiciones ambientales ;
- \* Identificar las zonas y las especies más preocupantes en términos de vulnerabilidad

al cambio climático y, en general, al cambio global, para definir zonas prioritarias para la conservación, así como oportunidades para la restauración; de antemano, recopilar o producir la información necesaria sobre la especialización ecológica, los factores de vulnerabilidad y las presiones recibidas.

### *Especies, ambientes, continuidades ecológicas*

- \* Identificar las zonas donde las interacciones con las actividades humanas y las modalidades de gestión puedan debilitar los ecosistemas y hacerlos más sensibles al cambio climático ;
  - \* Fortalecer la resiliencia de los ecosistemas para permitirles adaptarse al cambio climático, y aprovechar la capacidad de los ecosistemas para ayudar a nuestra sociedad a adaptarse al cambio climático.
- El buen funcionamiento de los ecosistemas es la base de múltiples servicios ecosistémicos, y es una de las claves para una mejor mitigación y adaptación. Es pues necesario garantizar que se fortalezca la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático, en una lógica de maximizar las sinergias entre su preservación y los usos humanos, anticipando futuras transformaciones. Las medidas propuestas se basarán en soluciones basadas en la naturaleza siempre que sea pertinente.
- \* Trabajar para la preservación, la restauración y el fortalecimiento de la continuidad ecológica, basadas en la red verde y azul francesa (Trame verte et bleue<sup>(2)</sup>) y las infraestructuras agroecológicas ;
  - \* Limitar la fragmentación de los hábitats y garantizar, en la medida de lo posible, la conectividad ecológica progresiva de las áreas protegidas pirenaicas;
  - \* Fortalecer y reorientar los planes actuales de seguimiento y control de especies pirenaicas

vulnerables, los planes de prevención, control y gestión de especies exóticas invasoras y nocivas teniendo en cuenta los posibles efectos inducidos por el cambio climático.

### **Usos, orientaciones y prácticas de gestión**

\* Promover usos del territorio pirenaico compatibles con la conservación y capaces de amortiguar los efectos del cambio climático; prever la transición de actividades incompatibles con la conservación; desarrollar herramientas de apoyo a la toma de decisiones y las tareas de apoyo necesarias ;

\* Armonizar las políticas de adaptación de otros sectores con los objetivos de proteger, mejorar y restaurar la biodiversidad para optimizar las sinergias positivas entre ellos (principio de desarrollo sostenible) ;

\* Identificar y desarrollar herramientas contractuales, territoriales, normativas y financieras que permitan compatibilizar las actividades con la biodiversidad en el contexto de la adaptación al cambio climático ;

\* Movilizar herramientas de gestión territorial (rural o urbana) en beneficio del control de la tierra por parte de la comunidad u organizaciones para la gestión colectiva de los entornos naturales (asociaciones pastorales, organizaciones como los conservatorios de espacios naturales franceses, etc.) cuando sea necesario para lograr los objetivos ;

\* Definir, difundir y aplicar prácticas adecuadas de gestión agropastoral (fuego, uso de productos fitosanitarios, agro-silvo-pastoreo), piscicultura, silvicultura (ver guía específica) y recursos hídricos (ver guía específica) ;

\* Limitar la reducción de áreas naturales, agrícolas y forestales para lograr el objetivo de artificialización neta cero (ver objetivo del Plan de

Biodiversidad en Francia) ;

\* Promover el uso de soluciones basadas en la naturaleza en aquellas situaciones que permitan mejorar la resiliencia de los territorios y protejan el medio ambiente, como la revegetación de los espacios urbanos, la implementación de técnicas alternativas de saneamiento y la integración de la red verde y azul francesa (incluyendo una reflexión sobre la gestión y el mantenimiento de estos espacios) ;

\* Perfeccionar las prácticas de restauración ecológica, definidas como una acción intencional que inicia o acelera la autorreparación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, respetando su salud, integridad y gestión sostenible (es decir, valorizando la biodiversidad pirenaica con material vegetal de origen local). Adoptar objetivos con resultados medibles ;

\* Promover la creación de mecanismos, metodologías y foros participativos para la coordinación de medidas de adaptación intersectoriales y transfronterizas que garanticen la protección de las especies y hábitats pirenaicos particularmente vulnerables al cambio climático ;

\* Promover la colaboración y el intercambio de información entre los organismos competentes en la gestión y protección de la biodiversidad en los diferentes territorios, identificando e involucrando a los interlocutores de la planificación territorial, los sectores veterinario, ganadero, agrícola, forestal, de recolectores, turístico, de actividades deportivas, y los organismos competentes en materia ambiental y de gestión de áreas protegidas.

<sup>(1)</sup> Un plan territorial clima-aire-energía (PCAET), sustituido desde 28 de junio de 2016 el antiguo plan regional de clima y energía (PCET) mediante la integración de cuestiones de calidad del aire en Francia. Obligatorio para cualquier autoridad intermunicipal con tributación propia (EPCI) de más de 20.000 habitantes, a escala de su territorio; establece e implementa en su territorio los objetivos internacionales, europeos y nacionales en términos de calidad del aire, energía y clima.



Observadores del programa de ciencia participativa Phénoclim en formación. © REPV

### 3. Fomentar la difusión del conocimiento y su acceso al mayor número de personas

- \* Difundir conocimientos sobre el cambio climático, informar ampliamente sobre los períodos y áreas de vulnerabilidad de las especies amenazadas en caso de que sean modificadas o sea probable que lo sean debido al cambio climático (período de reproducción, migración, etc.) ;
- \* Difundir y compartir conocimientos sobre los entornos naturales y sus métodos de gestión sostenible: desde ciertas prácticas tradicionales (gestión de pastos de verano, prados de siega, acequias y canales de riego) a las innovaciones más recientes (por ejemplo, en materia de permacultura, agroecología, tecnologías agrícolas adaptadas, cortacéspedes ligeros, abrevaderos mecánicos, restauración con semillas locales, etc.) ;
- \* Difundir herramientas de apoyo a la toma de decisiones para gestores del territorio, líderes de proyectos, cargos electos ;

- \* Asegurar la difusión efectiva de las acciones de mitigación y adaptación promovidas, sus avances y los resultados obtenidos, a todos los actores interesados y a la sociedad ;
- \* Sensibilizar sobre la importancia y los riesgos asociados a la problemática de las especies exóticas invasoras y sus interacciones con el cambio climático, e informar a los grupos interesados sobre las "buenas prácticas" para evitar nuevas introducciones ;
- \* Promover la difusión de iniciativas de "ciencia ciudadana" en los Pirineos, diseñadas como iniciativas de colaboración efectiva entre ciudadanos e investigadores para enriquecer bases de datos sobre seguimiento fenológico de especies, observaciones de ecosistemas sensibles, recogida de datos de muestreo y para elaboración de catálogos.

<sup>(2)</sup> En Francia , el marco verde y azul designa oficialmente desde 2007 uno de los principales proyectos nacionales franceses resultantes de la Grenelle de l'Environnement . Está conformado por toda la red de corredores biológicos (o corredores ecológicos, existentes o por restaurar), "reservorios de biodiversidad", áreas protegidas que son esenciales para estas continuidades.





*Iberolacerta bonnali*

© G Pottier

## V - Ejemplos concretos

### 1. La lagartija pirenaica *Iberolacerta* al borde de la extinción

Las lagartijas pirenaicas (*Iberolacerta aranica*, *I. aurelioi* et *I. bonnali*) son pequeñas lagartijas rupícolas endémicas del piso alpino de los Pirineos centrales (Francia, España y Andorra – Figura más abajo), y se encuentran entre los vertebrados europeos descritos más recientemente: 1993, 1994 y 1927, respectivamente.

En consecuencia, el conocimiento de su distribución en Francia es reciente (años 2000-2011). Estas lagartijas, presentes mayoritariamente entre los 2000 y 3000 m de altitud (se desconocen por debajo de los 1500 m), presentan un área de distribución fragmentada, en forma de constelación de pequeñas poblaciones poco o nada conectadas entre sí que poseen una fuerte estructura genética, en parte heredada de las glaciaciones pasadas.

En el contexto actual de intensificación antropogénica del calentamiento global, el mantenimiento del cinturón alpino de los Pirineos es

incierto a medio plazo, y todas las especies vinculadas a él son muy vulnerables.

Además, los Pirineos no son inmunes a las consecuencias de la creciente antropización de las zonas de media y alta montaña. Antiguamente extendida pero discreta debido a su vinculación únicamente con el pastoreo (que se lleva practicando hace milenios), esta antropización es ahora mucho más frecuente en ecosistemas de gran altitud, que pueden verse modificados severamente en consecuencia: excavaciones y movimientos de tierras para construir carreteras, pistas y aparcamientos, construcción de obras hidroeléctricas, instalación de estaciones de esquí, etc.

Además, estamos asistiendo al incremento en altitud, con la ayuda del cambio climático, de un potencial competidor muy común en altitudes bajas y en las llanuras, la lagartija roquera (*Pardarcis muralis*). Esta especie termófila y "oportunist" ha comenzado a colonizar el territorio de las lagartijas de los Pirineos, según los estudios del programa científico "Los centinelas del cli-

ma", realizado por Cistude Nature, entre el valle de Ossau y el valle de Aspe (Pirineos Atlánticos). Las cifras dan una progresión hacia las cimas de casi 100 metros en dos años. Además, las lagartijas roqueras se encuentran en alturas de hasta 2400 m en los Pirineos, y a veces en grandes densidades como es el caso del macizo de Bonida, cerca del Pic du Midi de Bigorre.

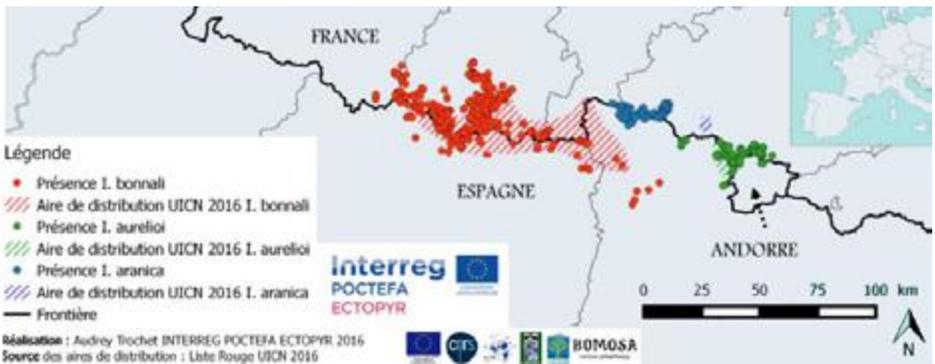
El objetivo prioritario de los últimos 10 años en cuanto al conocimiento de los *Iberolacerta pirenaicos* ha sido determinar su distribución, en particular a través del PNA (Plan national d'actions) "Lézards des Pyrénées".

También se han emprendido estudios de investigación a través del proyecto INTERREG POCTEFA ECTOPYR. Se ha estudiado de manera muy precisa la ecofisiología de las lagartijas pirenaicas y de sus competidores, para comprender concretamente el efecto de la hipoxia de altitud en la capacidad de colonización de las lagartijas roqueras, como un posible obstáculo para la colonización de los picos pirenaicos. Los trabajos realizados muestran efectos significativos de la hipoxia de altitud en la fisiología del embrión, el joven y el adulto de la lagartija roquera. Las lagartijas trasladadas a gran altitud tienen un menor rendimiento al correr y una peor condición corporal que las mantenidas a la altitud original (Gangloff et al. 2019). Los embriones que se desarrollan en condiciones de hipoxia pueden crecer y desarrollarse normalmente hasta la eclosión. Sin embargo, el desarrollo en hipoxia afecta la fisiología del embrión, que conlleva una disminución del metabolismo, hipertrofia cardíaca e hiperventilación en el recién nacido (Cordero et al. 2017). Si la translocación a gran altitud modifica la fisiología (hematocrito y concentración de hemoglobina) de las hembras preñadas en comparación con los congéneres mantenidos a la altitud original (400 m), los re-

cién nacidos no sufren ni se benefician de estos cambios de manera obvia: el éxito en la eclosión, el tamaño y el rendimiento locomotor de los jóvenes no se ven afectados por la exposición de sus madres a la hipoxia de altitud. Por lo tanto, no se han encontrado evidencias de que la exposición a la hipoxia materna pueda "pre-disponer" a los embriones a las limitaciones de la hipoxia posterior a la puesta. Tomados colectivamente, estos resultados sugieren que la lagartija roquera continuará su colonización en el futuro, y muy probablemente competirá con los *Iberolacerta* en toda su área de distribución dentro de unas pocas décadas. No obstante, la dinámica de colonización dependerá de los costos a largo plazo asociados a la reducción de la disponibilidad de oxígeno en los adultos (como los daños causados por el aumento de la producción de radicales libres) y las consecuencias de la disminución de la supervivencia (agotamiento metabólico, mayor susceptibilidad a la depredación).

Un trabajo similar en *Iberolacerta bonnali* ha demostrado que estas lagartijas, transportadas a altitudes más bajas, parecen sufrir de un exceso relativo de oxígeno con la disminución del rendimiento locomotor (Gangloff et al. 2021). Este hecho conlleva una limitación de las posibilidades de manejo conservativo en base a la posible translocación de poblaciones, que tendrá que hacerse forzosamente hacia las cimas más altas.

**\* Recomendaciones:** Debido a la altitud a la que viven, las *Iberolacerta pyrénéens* solo necesitan de medidas de gestión en unos pocos lugares con alta antropización, zonas de esquí en particular, donde su presencia debe ser tenida en cuenta imperativamente y sus hábitats preservados, o reconstituidos cuando son de origen antropogénico (taludes de pistas, por ejemplo).



Asimismo, alentamos fuertemente a los gestores a incrementar las actividades de conocimiento local (inventarios, estudio de la dispersión) y de sensibilización de estos bioindicadores del cambio climático en los Pirineos.

Teniendo en cuenta estos diferentes elementos, el "Plan de Acción Nacional para las Lagartijas Pirenaicas 2013-2017" ha querido proponer una estrategia de conservación eficaz y realista para las tres especies pirenaicas de *Iberolacerta*, que hoy en día sólo se benefician de medidas de protección parciales en Francia: a pesar de su inclusión en el Anexo 2 de la directiva europea "hábitats-fauna-flora", su área de distribución está sólo parcialmente integrada en la red Natura 2000, y la de *Iberolacerta aurelioi* se encuentra en su mayor parte fuera de cualquier área protegida.

Además, sólo *I. bonnali* se encuentra dentro de las reservas naturales regionales o nacionales (reserva de Aulon y reserva de Néouvielle) y también es la única de las tres especies que tiene su área de distribución parcialmente incluida en un Parque nacional.

Es esencial limitar en la medida de lo posible la introducción o el transporte accidental de lagartijas roqueras a grandes altitudes, incluso si la situación ya parece irreversible en muchos aspectos. Esto implica, por ejemplo, informar a la población que frecuenta las zonas de montaña (turistas, excursionistas, pescadores).

## Para saber más

Pottier G. (coord), 2012. *Plans Nationaux d'Actions pour les espèces menacées de France. Plan National d'Actions en faveur des Lézards des Pyrénées* (*Iberolacerta aranica*, *I. aurelioi* et *I. bonnali*), Nature Midi-Pyrénées, 124 p.

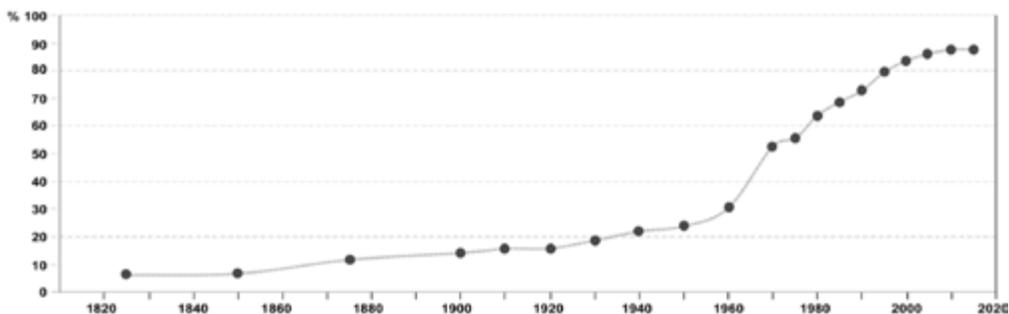


## 2. Introducción de fauna piscícola en los lagos de alta montaña para fines alimentarios y, más recientemente, para la pesca deportiva

Según el informe editado por Didier Galop (coordinador del Observatorio de los lagos de altitud pirenaicos; Galop, D. 2020), la gran mayoría de los lagos de altitud pirenaicos no presentan peces de manera natural. Estos lagos oligotróficos han sido y son víctimas de una verdadera invasión biológica cuyo origen humano viene de antiguo. De los más de 660 lagos que se han tenido en cuenta y están documentados en toda la vertiente norte, menos del 10% tenía peces en los años 1820-1825. Poco más de un siglo después, a finales de los años 40, este número apenas superaba el 20 %, y aumentó de forma brutal y constante a partir de los años 60, con la puesta en marcha de una política masiva de introducción (re población) y el uso sistemático del helicóptero. Hoy en día, el 80% de los lagos están repoblados con peces (ver Figura a continuación).

### Evolución de la población de peces en los lagos de alta montaña desde principios del siglo XIX

(reproducido de Galop D., 2020. Aux origines du peuplement piscicole des lacs d'altitude des Pyrénées. *Magazine truite & Cie*, 19-p.)



El impacto sobre la fauna autóctona es considerable, y en particular sobre los anfibios. El problema principal proviene de la carga de biomasa relacionada con la repoblación de peces, que no puede ser absorbida por estos lagos.

El piscardo o foxino destruye el zooplancton (dafnia), que a su vez controla la proliferación de algas (fitoplancton), de manera que finalmente los lagos se eutrofizan y se vuelven verdes. Este fenómeno se ve acelerado por el calentamiento global, que afecta a la temperatura superficial de los lagos.

**\* Recomendaciones :** Es urgente detener la repoblación de nuevos lagos, y limitar significati-



Estudio botánico en el Lago de los Guits en los Hautes-Pyrénées (65). © CBNPMP

introducción de especies mejor adaptadas y capaces de reproducirse de forma natural, establecer una gestión del patrimonio con objeto de salvaguardar o promover poblaciones naturalizadas, o proteger el recurso en los lugares menos productivos, por ejemplo, mediante la introducción de nuevas regulaciones con la reducción del número de capturas o la práctica de capturar / liberar («no kill»).

### Para saber más

Valero Garcés B., Amouroux D., Gandois L., Galop D., Le Roux G. et al., 2018. *Écosystèmes sensibles de haute montagne: lacs et tourbières. Le changement climatique dans les Pyrénées : impacts, vulnérabilités et adaptation Bases de connaissances pour la future stratégie d'adaptation au changement climatique dans les Pyrénées*. 978-84-09-06268-3. fffhal-02461479f

📌 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02461479>

vamente las cantidades de trucha liberadas en lagos ya repoblados. Idealmente, sería apropiado empezar a hacer campañas de eliminación de los peces en los lagos, hecho que puede ocurrir de manera natural si la repoblación disminuye en intensidad y frecuencia.

Es cierto que estas recomendaciones pueden parecer impopulares frente al turismo de paseo-pesca, pero en una primera fase se trataría de bajar de un determinado umbral ecológica y económicamente aceptable (50-60% de los lagos repoblados). Hay estudios que demuestran que estas acciones tienen efectos beneficiosos rápidos y significativos (Miró et al. 2020).

Algunas iniciativas locales ya se están moviendo en esta dirección: en el departamento 66 de Francia, se ha prohibido la pesca del piscardo o foxino, lo que evita la repoblación accidental.

Desde hace más de una década, la política de repoblación masiva ha dado paso gradualmente a una gestión razonada y más económica, que podríamos calificar de sostenible.

Su objetivo es reducir el número de lagos repoblados en áreas protegidas, promover la

### 3. El uso de vegetales de origen local en las prácticas de gestión de recursos y de restauración ecológica

Los ecosistemas de altitud, que albergan una flora muy específica, son particularmente sensibles por el hecho de estar expuestos a condiciones extremas para la vegetación, con variaciones muy importantes de la temperatura y una cubierta de nieve que se prolonga durante meses, y por el hecho de soportar una presión erosiva constante a causa de la topografía.

No obstante, están sujetos a distintas causas de degradación, tanto de origen natural (inundaciones, avalanchas o coladas depósitos, deslizamientos de tierra) como antrópico, como las construcciones relacionadas con los usos del territorio (turísticas o viales) o en el contexto de actividades de explotación de los recursos naturales (canteras, presas, tala).

La degradación de los ecosistemas es una de las principales causas del cambio climático (informe IPCC, 2019), el cual es, a su vez, un factor adicional de degradación. Por lo tanto, la restauración ecológica es la base de los desafíos de la adaptación y la mitigación del cambio climático. La restauración ecológica permite ayudar a la regeneración de estos ambientes degradados para que puedan recuperar al máximo su funcionalidad :

- > fijando los suelos (y el almacenamiento de carbono estable que representan),
- > fijando carbono y participando en la regulación de los principales ciclos geoquímicos,
- > permitiendo la infiltración de las aguas superficiales y recargando los acuíferos, regulando así mismo la calidad y los caudales de las aguas en las cuencas hidrográficas.,
- > albergando la fauna y flora característica de estos ambientes.



Sitio experimental de Font-Romeu: deshielo temprano en una parcela (izquierda) y vegetación que cubre el sitio (derecha). © B. Dupin/CBNPMP

En los pisos subalpino y alpino, las comunidades vegetales se enfrentan a condiciones ecológicas severas : temperaturas bajas con amplitudes muy marcadas, fuerte insolación, vientos desecantes, cubierta persistente de la nieve, suelos pobres, a veces muy pobres.

Los suelos representan una interfaz esencial para la vida vegetal, pero en altitud son muy frágiles, y su evolución se ralentiza con el frío y con procesos erosivos constantes.

En estas condiciones, los trabajos de excavación y la circulación de vehículos suelen provocar :

- > la desestructuración del suelo y la exposición de las fracciones finas a la erosión hídrica y eólica,
- > la disminución de la producción de materia orgánica vegetal, que es la fuente de energía esencial para mantener la fertilidad del suelo,
- > una reducción de la porosidad del suelo y de su riqueza tanto de microorganismos como de hongos micorrízicos, que limitan la efectividad del reciclaje de nutrientes (disminución de la superficie explorada por las raíces, lavado y lixiviación de nutrientes),
- > una pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes edáficos, que a la vez



pueden comportar la desaparición de cualquier tipo de forma de vida.

Cada excavación o movimiento de tierras puede también degradar enormemente los suelos, los hábitats naturales, y la cubierta vegetal. Después de una perturbación, los prados naturales de altitud necesitan algunas décadas para recuperarse.

En el piso subalpino, en zonas no revegetalizadas expuestas a las inclemencias del clima, se puede dar un círculo vicioso de degradación del medio, que impide la reconstitución de los suelos naturales. En estas condiciones, las interacciones entre plantas son particularmente beneficiosas para la recolonización del medio, puesto que se potencian sobretodo procesos de facilitación (distintos tipos de ayudas mutuas) frente a las relaciones de competencia.

### ***Las revegetaciones se enfrentan a las presiones de la montaña***

Se destinan muchos esfuerzos para la restauración de suelos y de la cubierta vegetal. Pero con frecuencia, los trabajos llevados a cabo no son suficientes para reconstituir las propiedades

biofísicoquímicas de los suelos. Hoy en día, gran parte de las revegetaciones se llevan a cabo con material vegetal de origen lejano. Estas plantas no están adaptadas a las condiciones extremas de la montaña, y muy rápidamente se evidencian sus debilidades:

- > poca duración de las cubiertas vegetales sembradas ;
- > necesidad de aportar grandes cantidades de semillas y de fertilizantes ;
- > riesgo de hibridación y de competencia con la flora local, llevando a inducir cambios en las comunidades vegetales y una perturbación de los ecosistemas. La introducción de un individuo exógeno de una especie vegetal en un área donde hay poblaciones naturales de la misma especie puede conllevar cruzamientos entre ellos. Los descendientes presentan en estos casos características intermedias. Estas hibridaciones entre poblaciones de plantas de distintos orígenes contribuyen a la pérdida de la especificidad genética de las plantas silvestres, resultado de procesos de evolución y adaptación de las especies a las condiciones particulares del entorno.

Las técnicas de revegetación actuales no permiten la formación de cubiertas vegetales tan densas como las que se dan en un ambiente natural no perturbado. En las áreas de altitud fuertemente expuestas a la erosión, las aguas de escorrentía se llevan la escasa tierra fina y materia orgánica presentes, reduciendo así las posibilidades de colonización de los vegetales. Estos procesos de erosión pueden conllevar costes muy elevados en intervenciones destinadas a nivelar y estabilizar el terreno, proteger las infraestructuras debilitadas por estas pérdidas de tierra y por la fuerza de los flujos de agua, trabajos que pueden ser necesarios tanto en sitios mal revegetados como en las zonas más bajas.

**\* Recomendaciones :** La utilización de semillas

pirenaicas de montaña es uno de los factores determinantes del éxito en los trabajos de revegetación. Las plantas de origen local, mejor adaptadas a las condiciones de montaña (clima, geomorfología, suelos), representan una alternativa a las semillas de origen exógeno.

Desde un punto de vista ecológico, las experiencias llevadas a cabo han demostrado que estas siembras contribuyen a :

- > la formación de cubiertas vegetales duraderas y diversas,
- > la reconstitución de las interacciones entre plantas y microorganismos y fauna edáfica (mejora de las propiedades fisicoquímicas del suelo y reciclaje de nutrientes),
- > creación de comunidades vegetales con una composición y funcionamiento similares a los de aquellos hábitats perturbados por causas naturales.

A parte de reducir los riesgos de hibridación y de competencia relacionados con la introducción de plantas exógenas, las revegetaciones con semillas autóctonas permiten también conservar la flora local y mantener los tipos de vegetación más idóneos para soportar las limitaciones que conllevan los cambios climáticos.

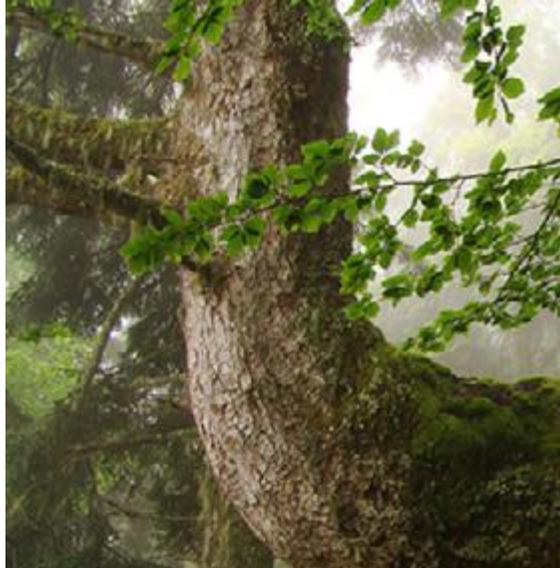
Desde un punto de vista económico, el uso de plantas de origen local permite :

- > reducir los gastos en semillas y en fertilizantes, conservar mejor la nieve gracias a las cubiertas vegetales,
- > limitar los procesos erosivos del suelo,
- > conservar los paisajes de montaña y su atractivo,
- > constituir un recurso forrajero más coherente.

### Par saber más

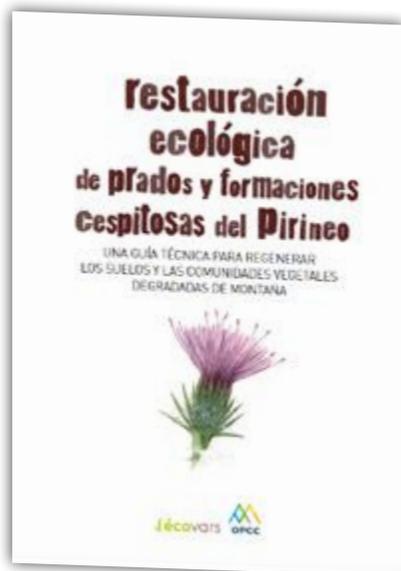
 [www.ecovars.fr](http://www.ecovars.fr)

Dupin B. (coord.), Malaval S., Couëron G., Cambecède J. et Largier G., 2019. *Restauración*



Inventario del bosque antiguo realizado por Nature en Occitanie con ONF, ANC y GEVFP. © P. Falbet/NEO

*ecológica de prados y formaciones cespitosas del Pirineo.* Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 184 p.





#### 4. Los bosques maduros : conservación de la biodiversidad y atenuación de los efectos del cambio climático

Durante los últimos años se han llevado a cabo numerosos trabajos de inventario y de estudio de bosques maduros (bosques viejos), especialmente en los Pirineos franceses.

Estos bosques, donde se ha permitido su evolución de manera libre, se caracterizan por una acumulación de árboles grandes y viejos, así como de madera muerta, y por una elevada biodiversidad faunística, florística y fúngica, con especies características de los estadios de envejecimiento (insectos saproxílicos, ciertas especies de briófitos, hongos y líquenes) que aprovechan la diversidad de nichos ecológicos y microhábitats presentes.

Los estudios científicos (Bouget et al. 2020) señalan también la importancia de los bosques maduros en el almacenamiento de carbono a través del poblamiento forestal y la biomasa edáfica. Asimismo, tienen un papel importante en la atenuación de los efectos del cambio climático.

✳ **Recomendación** : Continuar con los estudios de seguimiento de bosques maduros, tenerlos en cuenta en la gestión forestal, y crear una red pirenaica de bosques maduros.

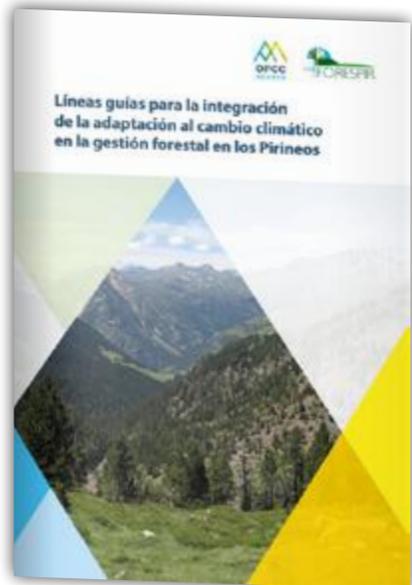
#### Par saber más

🌟 [www.naturemp.org/-Observatoire-des-Foires-des-Hautes-.html](http://www.naturemp.org/-Observatoire-des-Foires-des-Hautes-.html)

Bouget C., Gosselin M. & Laroche F., 2020. Changement climatique : la biodiversité forestière à la croisée des enjeux de conservation et d'atténuation. *Sciences, eaux et territoires*, 33 : 84-89, DOI : 10.14758/SET-REVUE.2020.3.15.

🌟 <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2020.3.15>

Delpi R., Pargade j., Rouyer E., Villiers T., Chauvin S., Garcia V., 2022. *Lineas guías para la integra directrices pour l'integración de la adaptación al cambio climático en la gestión forestal en los Pirineos*. Forespir, 24 p.



## OPCC ADAPYR

Este proyecto multipartito, sin precedentes en la escala del macizo pirenaico, reúne a un amplio abanico de actores, órganos de gobierno y gestores de espacios, investigadores y técnicos del País Vasco, Navarra, Nueva Aquitania, Aragón, Andorra, Occitania y Cataluña. Dirigido por la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), el objetivo principal del OPCC ADAPYR es apoyar a los territorios pirenaicos frente a los problemas del cambio climático para mejorar su adaptación.

El proyecto transfronterizo desarrolla tres líneas de actuación :

- 1) OBSERVACIÓN de datos sobre los efectos del cambio climático en zonas clave de los Pirineos: recursos hídricos, criosfera, fauna, flora, bosques y riesgos naturales.
- 2) CAPITALIZACIÓN de la información disponible.
- 3) TRANSFERENCIA de los conocimientos producidos en la zona a los interesados locales en particular.

El Conservatoire botanique national Pyrénées et Midi-Pyrénées (CBNPMP) y la Station d'écologie théorique et expérimentale (SETE) del CNRS son socios del proyecto y entregan esta guía de recomendaciones.



## Comité técnico y Comité ejecutivo de la CTP



## Comité de coordinación y socios del proyecto



## Con el apoyo de



FLORAPYR est financé à 65% par le Fonds européen de développement régional (FEDER) dans le cadre du Programme Interreg V-A Espagne-France-Andorre, et cofinancé par la Région Occitanie, Pyrénées Méditerranée, la Région Nouvelle-Aquitaine et par l'État via le Fonds national pour l'aménagement et le développement du territoire (FNADT) massif des Pyrénées et l'ensemble des partenaires.

