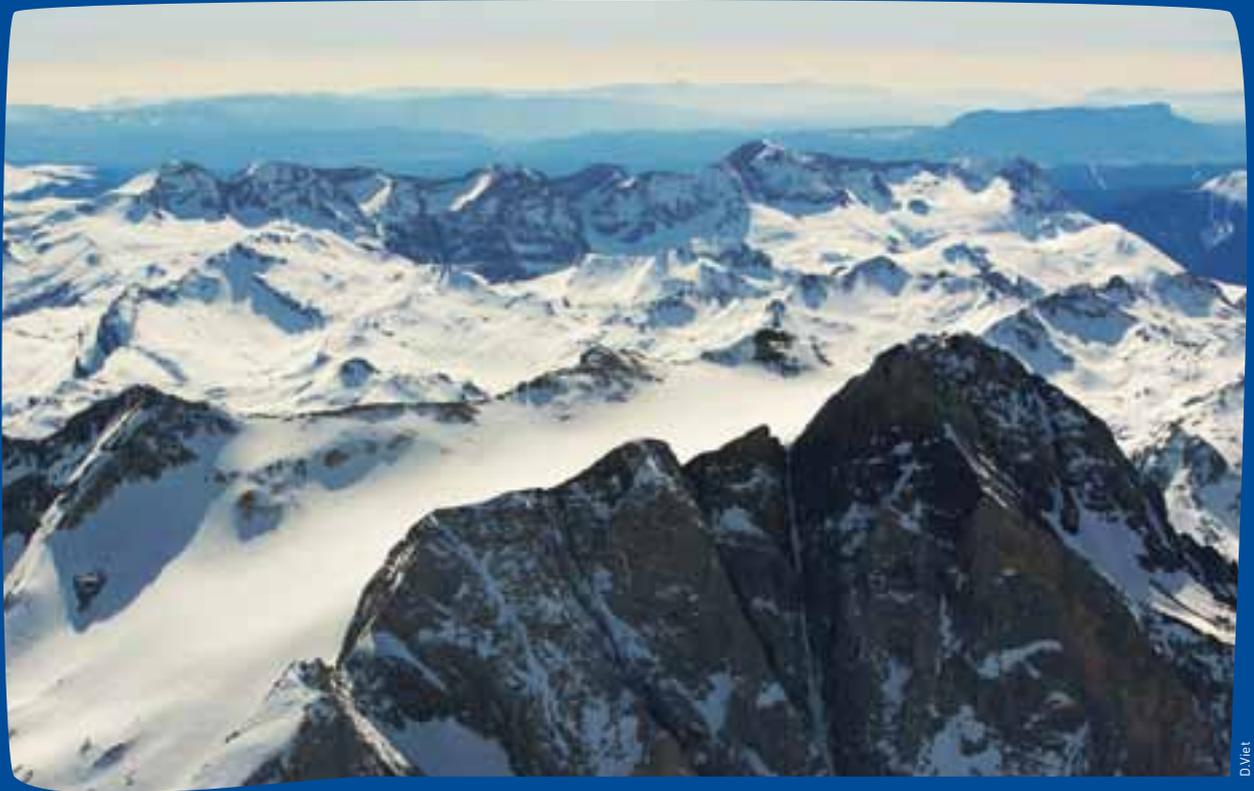


# OBSERVATORIO PIRENAICO del Cambio Climático

Compartir los conocimientos sobre el impacto  
del cambio climático en montaña

Enero - Septiembre de 2010



D.Viet

“ Las **montañas** son **sensibles** a los impactos de los cambios climáticos rápidos, y suministran **terrenos interesantes** para la detección precoz y el estudio de los **indicios** del cambio climático y de sus **impactos** en los sistemas hidrológicos, ecológicos y societarios (Beniston, 2003) [1]. ”



La creación de un Observatorio Pirenaico del Cambio Climático es una excelente iniciativa ; la movilización rápida y espontánea de los científicos y de los actores socio-profesionales implicados da prueba de ello. Este Observatorio, que se amplía a ambos lados de los Pirineos, desde el Mediterráneo hasta el Atlántico, abarca un territorio de una gran diversidad geográfica. Este mosaico de regiones muy variadas constituye la base de su originalidad y su riqueza para estudiar y anticipar la respuesta ante los cambios climáticos de los distintos ecosistemas que lo forman.

Se me propuso asumir la Presidencia del Consejo Científico, lo cual acepté con gusto, ya que me encanta esta región de la que procedo y a su vez, por pura convicción. Para aquellos que visitan regularmente los polos, el cambio climático es una evidencia. Hemos « abierto la puerta del frigorífico » y el frío polar irá haciendo falta progresivamente para compensar el calor tropical.

Esta fiebre crónica de la Tierra a veces resulta difícil de dar a entender. La temperatura media ha aumentado 0,8°C en un siglo. Este calentamiento no puede ser percibido por el cuerpo humano y esta es la raíz del problema. El amalgama entre balance térmico de la Tierra y el clima sirve la causa ; uno es una medida científica, mientras que el otro se trata de un valor popular, y basta con contar con un invierno duro para desacreditar esta « verdad que molesta ». Cuando alcanzamos los 37,8°C, tan sólo decimos que se trata de 0°8 C por encima de lo normal, « incubamos algo ». La Tierra está en dicha situación actualmente. Sin embargo, dentro de algunos decenios, en el mejor de los casos, se anuncia un aumento de la temperatura media de 2 grados. Por lo tanto, ; la Tierra alcanzará 39 ! Sabemos lo que quiere decir esto. Es urgente actuar antes de registrar complicaciones.

La comunidad científica, los grupos de trabajo temáticos, los miembros de la CTP y los actores socio-profesionales del campo, ya han realizado un trabajo considerable : una primera base de datos sobre los signos perceptibles del cambio climático y la elaboración de indicadores de seguimiento. Ahora se trata de implantar un plan de acciones para el Observatorio, con vistas a alcanzar los objetivos ambiciosos que le hemos fijado. Este Observatorio también constituye una excelente herramienta pedagógica para convencer a los ciudadanos de las medidas que esta solapada amenaza planetaria exige localmente a cada uno de nosotros.

A handwritten signature in blue ink that reads "Jean-Louis Etienne". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

**Jean-Louis Etienne**  
**Presidente del Consejo Científico**  
**del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático**



Aquí, las especies vegetales suben unos 3 metros al año. Allí, los glaciares se funden poco a poco. En todos lados, las precipitaciones caen. En el Banyuls, la vendimia tiene lugar quince días antes...

El cambio climático es una realidad, tanto en los Pirineos como fuera de ellos. Cada año, medimos algo más sus efectos. Las consecuencias, por el momento, son principalmente medioambientales. En el futuro, también serán económicas y sociales, con repercusiones en todas las actividades : turismo, agricultura, silvicultura...

Actores políticos, científicos, ciudadanos, todos somos responsables de cara a las generaciones futuras. Sin duda alguna, no podemos pretender ofrecer una solución que se escape de nuestro control. No obstante, contamos con márgenes de maniobra y si todos participamos, podremos concretizar avances.

Con la creación en enero de 2010 del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, nuestra ambición radica en contar con una información y comprensión mejorada sobre las evoluciones y por lo tanto, las políticas necesarias, ya sean locales, regionales, nacionales o mundiales.

Gracias al trabajo de los científicos, la Comunidad de Trabajo de los Pirineos cuenta en adelante con una herramienta estratégica para anticipar – y espero, actuar –, aclarar la situación o intentar saber hacia dónde nos dirigimos.

Esta iniciativa ambiciosa, inédita en Europa a nivel de un macizo montañoso, servirá durablemente al desarrollo de los Pirineos y de sus poblaciones. Por ello, todos juntos la hemos iniciado.

**Martin Malvy**  
**Antiguo ministro**  
**Presidente de la Región Midi-Pyrénées**  
**Presidente de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos**

# ENTENDER EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PIRINEOS y ayudar a los territorios a adaptarse

**E**n su informe de 2007 [2], el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre la Evolución del Clima (IPCC) identificó las zonas montañosas como espacios especialmente sensibles al cambio climático.

La Comunidad de Trabajo de los Pirineos, como actor principal en el macizo pirenaico, creó, el día 14 de enero de 2010, un Observatorio Pirenaico del Cambio Climático con vistas a seguir y entender mejor las evoluciones del clima a nivel de los Pirineos y a desarrollar un marco de acciones compartido entre sus miembros\*. El objetivo del Observatorio radica en anticipar los impactos del cambio climático para dar la posibilidad, a los sectores socioeconómicos y a los espacios naturales más vulnerables, de adaptarse a sus efectos gracias a la definición de estrategias adecuadas.

El trabajo del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, animado por los miembros de la CTP y por la intervención de grupos de trabajo temáticos que asocian a los actores socio-profesionales del territorio, está seguido y dirigido por un Consejo Científico.

## Las acciones del Observatorio :

- ▶ **Compartir los conocimientos existentes** sobre los impactos del cambio climático en los Pirineos y capitalizar las destrezas de cada uno.
- ▶ **Analizar la vulnerabilidad** de los medios naturales frente al cambio climático y su impacto Socioeconómico
- ▶ **Preparar recomendaciones y consejos operacionales** para facilitar una mejor adaptación de las actividades económicas y de los medios naturales, dando preferencia al mismo tiempo al desarrollo en armonía del macizo y de sus poblaciones.
- ▶ **Informar** de manera pedagógica a la sociedad civil y a los actores socioeconómicos.
- ▶ **Contribuir en el desarrollo de la visibilidad europea e internacional de los Pirineos** en materia de observación y de adaptación al cambio climático y respaldar el establecimiento de una red del Observatorio a nivel europeo.

## LA CONSTATAción DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PIRINEOS

- aumento de las temperaturas de **+1,1°C** desde 1900 en el suroeste de Francia y en el macizo de los Pirineos (Météo France/ ONERC, 2007)
- subida en altitud de las especies vegetales de **3 metros por año** entre 1971 y 1993 y de más de 64 metros para las especies forestales (INRA, 2008)
- anticipación de las vendimias de **unos quince días**, en el dominio de Banyuls en los Pirineos Orientales desde 1900 (Cave coopérative/ ARPE, 2008)
- disminución de entre **10 y 15 días** de las nevadas entre 1971 y 2008 para la media montaña (Hospitalet, 1400 m) (Météo France, 2008)
- reducción del **85%** de la superficie de los glaciares pirenaicos desde 1850 (Asociación Moraine, 2009)



## ENERO - SEPTIEMBRE DE 2010 : intercambio de conocimientos científicos disponibles sobre el cambio climático a nivel de los Pirineos

Un perfil pirenaico compartido presenta un primer inventario transfronterizo de las características y desafíos principales del macizo (sociales, económicos y medioambientales) frente al cambio climático. Con base a la mutualización de los estudios existentes a nivel del macizo de los Pirineos, el Observatorio Pirenaico del Cambio Climático presenta, tras nueve meses de existencia, los primeros resultados. Los resultados anunciados, específicos de la « zona de montaña » en *sentido estricto*, el sur de Francia o el norte de España, ya reflejan el carácter vulnerable del macizo. Los Pirineos y sus poblaciones gozan de infinitos recursos que deberían inexorablemente evolucionar frente al cambio climático.

Varios estudios científicos [3, 4] han demostrado que una elevación media de 2°C en los Pirineos conllevaría, a partir de los 1.500 metros, una reducción del número de días de nieve en el suelo de un mes (entre 30 y 49 días/año). Esta tendencia sería especialmente importante en los Pirineos centrales y orientales españoles.

En concreto, al pasar de 3 a 2 meses de nieve junto a una subida del límite de las condiciones de esquí satisfactorias de unos 150 m por °C, las estaciones de esquí de media montaña podrían esperar una reducción de la cuarta parte de su volumen de negocios [5].

**+2°C**

= más de un mes  
de nieve menos  
en media  
montaña

### ¿Por qué están concretamente afectados los Pirineos y sus poblaciones?

→ El turismo ocupa una parte importante en la economía actual del macizo con una frecuentación muy marcada en temporada [6]. Los polos turísticos se encuentran principalmente ubicados en alta montaña y en la zona central de los Pirineos. Coinciden con las estaciones de montaña (unas sesenta estaciones de esquí francesas, españolas y andorranas), que representan la gran mayoría de los ingresos económicos del sector turístico y para las cuales, la cuarta parte del volumen de negocios está directamente vinculada con la actividad del esquí [16].

Sin embargo, la diversificación económica está cada vez más marcada a nivel del macizo. El turismo ecológico, cultural y de naturaleza, es cada vez más apreciado por una clientela local (metrópolis de llanura y planicie), en donde goza de una importancia esencial en la parte oriental de los Pirineos.

**-11%**  
del caudal de estiaje\*  
en la cuenca Adur  
Garona

**-50%**  
de reducción  
de la amplitud  
de las crecidas  
de primavera  
en el Garona

Las variaciones anunciadas de las precipitaciones y de las temperaturas estivales, así como un aumento probable de los consumos de agua permiten hoy en día prever una disminución media del 11% con un horizonte fijado en 2025 de los caudales de estiaje\* en toda la cuenca del Adur Garona (de entre el 10 y el 20% en la cuenca del Garona) [9, 10]. Los impactos más fuertes se observarían en el mes de julio, en donde la disminución podría alcanzar el 15% y a nivel de las cuencas de cabeza pirenaicas (por término medio, cerca del 25%). El impacto en los estiajes no se traduciría exclusivamente en una reducción de los caudales, sino también en un adelanto de un mes del inicio del régimen de estiaje (unido a la fusión más precoz de la nieve), de julio hacia el mes de junio.

En las cuencas superiores del Garona (localizadas principalmente en la zona de montaña), el desajuste del régimen de precipitaciones y de la fusión de la nieve con motivo de la reducción del grosor y de la duración de mantenimiento de la capa de nieve, debería conllevar una reducción de la amplitud de las crecidas de primavera, que podría alcanzar un 50 % antes de 2025 [9].

Los escenarios climáticos para el futuro ya prevén un aumento de las necesidades de irrigación de determinados cultivos del entorno de un 10% [7]. En cuanto al maíz, estas necesidades deberían aumentar más del 20% (entorno a unos 40 mm) con un horizonte fijado en 2030, debido principalmente al aumento de la producción [9]. Se ha observado una evolución similar hasta el año 2045. Las necesidades de agua se identificarían antes en el año y el pico de la demanda sería aún más fuerte durante el verano.

**+20%**  
de aumento  
de la necesidad  
de irrigación  
del maíz

## ¿Por qué están concretamente afectados los Pirineos y sus poblaciones?

→ El macizo de los Pirineos constituye el «aljibe» de una buena parte del suroeste de Francia y de la mayor parte del nordeste de España. Su geografía general se estructura en un eje Este/Oeste a partir del cual se organizan todas las redes hidrográficas.



D.Viet



Baschenis-Alain

Los recursos de aguas subterráneas son diversos y están distribuidos irregularmente en función de la litología, de las deformaciones registradas por las rocas, así como de la profundidad y de la actividad de los accidentes tectónicos. La mayor parte de los cursos de agua pirenaicos tienen por una parte un régimen pluvio-nival (o pluvial estricto), caracterizado por un caudal máximo en invierno y en primavera y mínimo en verano (depende del régimen de las precipitaciones y de la fusión de la nieve) y por otra, están muy antropizados (obstáculos, barreras, retenciones, fábricas hidroeléctricas, etc.) [17]. Las crecidas torrenciales y las inundaciones constituyen el riesgo dominante en toda la cadena, particularmente en la parte este y sur de la cadena, debido a las influencias climáticas mediterráneas (3 inundaciones destructoras en Cataluña por término medio durante los últimos 26 años [15], crecidas extremas y desbordamientos de las cabezas de cuencas de los Pirineos Orientales, etc.). Así, los depósitos artificiales tienen una función muy importante de regulación de los caudales, especialmente durante el invierno y el principio de la primavera.

La hidroelectricidad pirenaica está muy presente en la vertiente francesa y en menor medida en la española, debido al desarrollo cada vez mayor de otras formas de energías limpias (sobre todo la eólica). En España, los embalses se destinan principalmente al consumo (agua potable, irrigación, uso industrial). En Francia, la parte de la SAU\*\* equipada para la irrigación en 2007 varía entre un 5% (Pirineos Atlánticos) y hasta más del 20% (Hautes-Pyrénées y Haute-Garonne), siendo el maíz el cultivo más irrigado con diferencia [Agreste, 2007]. La importancia de la cobertura forestal, dominante en el macizo, es un factor esencial para la calidad de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas, principalmente debido a su papel de «filtro» pero también de protección y de estabilización de los suelos. Por lo general, los cambios antrópicos (deforestación, artificialización de los suelos y urbanización, etc.) aumentan la vulnerabilidad de determinados territorios frente a los riesgos naturales.



D.Viet



D.Viet

Un informe de 2009 elaborado por la Agencia Europea del Medio Ambiente [12] señala los efectos catastróficos posibles de un cambio climático en las especies endémicas de montaña. Mientras que desde el año 1990, las poblaciones de mariposas de los prados disminuyen de forma alarmante en toda Europa [13], este informe ha previsto que a finales del siglo XXI, el 60% de las especies vegetales de montaña estarán en peligro de extinción. Las especies ya no son capaces de trasladarse o de encontrar condiciones climáticas idénticas (especies limitadas o hábitat cada vez más reducido) [14].

El **60 %**  
de las especies  
vegetales  
de montaña  
en peligro de  
extinción

### ¿Por qué están concretamente afectados los Pirineos y sus poblaciones?

→ El macizo pirenaico, que aún sigue siendo muy rural, es especialmente destacable por la importancia de los macizos forestales y de las zonas naturales que gozan de medidas de protección paisajística y/o medioambiental. Acoge de por sí el 70% de las especies de la fauna francesa de mamíferos y más de 4.500 especies vegetales (incluyendo 200 endémicas) [14]. Los paisajes pastorales constituyen auténticos « polos » de biodiversidad, al igual que la alta montaña de caliza o las cubiertas forestales.

No obstante, el éxodo rural y la evolución de los modos de explotación han conllevado en determinados territorios una pérdida de diversidad biológica, paisajística, cultural y económica. Además de los cambios del clima y de los medios, la introducción y el desarrollo de especies invasivas constituye otro motivo de vulnerabilidad para la fauna y la flora pirenaica.

Entre un  
**4 y un  
12%**  
de pérdidas de  
producción para  
el bosque

El aumento de la temperatura y del déficit pluviométrico previsto por los modelos climáticos, induce tensiones hídricas frente a las cuales, las masas forestales son principalmente las más afectadas, y sobretudo las coníferas menos adaptadas a las condiciones de sequía. El aumento de la intensidad del déficit hídrico acumulado en la temporada vegetativa debería conllevar una fuerte disminución de la restitución de agua del medio (-125mm/año antes de 2025) y una caída de las producciones promedias de cerca del 12%, más moderada para las altitudes más importantes (-0,5tMS\*/ha/año antes de 2025) [7].

### ¿Por qué están concretamente afectados los Pirineos y sus poblaciones?

→ En toda la cadena de los Pirineos, los bosques dominan entre 600 y 2.000 metros. El bosque pirenaico abarca más del 44% de la vertiente francesa y el 61% de la vertiente española, con índices de repoblación forestal que oscilan entre menos del 25% (bordes, tradicionalmente pastorales) y más del 70% (Pirineos centrales) [11]. Las esencias (robles, haya, pino y abetos) se distribuyen en él según su posición altitudinal, reflejando por lo general, una fuerte proporción de poblaciones mezcladas.

El bosque responde a distintas necesidades, expresadas por el conjunto de los usuarios, ya sean de orden económico, social o medioambiental. A pesar de un aumento natural importante, los bosques pirenaicos siguen estando infra-explotados debido a los altos costes de explotación con respecto a la madera procedente de otras zonas, no sólo a nivel europeo sino también mundial. Por lo tanto, la gestión forestal debe integrar todos los aspectos de esta multifuncionalidad y garantizar la estabilidad, la regeneración y por lo tanto, la sostenibilidad de las masas forestales. Los bosques pirenaicos también desempeñan un importante papel en los fenómenos de atenuación mediante su potencial de secuestro del carbono.

\* tMS: toneladas de materia seca



Elsa Leroy



Thébault Patrice

**Más forraje**  
para el ganado durante las temporadas intermedias

Según los trabajos realizados en 2010 por varios equipos de científicos [7, 8], parece ser que los prados de llanuras y los pastos de montaña registrarían un aumento de su producción de biomasa en primavera (periodo de producción máxima) y en otoño. Del mismo modo, su periodo de producción se prolongaría, aumentando de este modo su posibilidad de explotación (siega o pasto).

A modo de ejemplo, en zona de media montaña, este aumento del nivel de producción podría alcanzar entre un 6 y un 22% para la festuca y entre un 8 y un 19% para el ray-gras inglés en todo el siglo. La prolongación del periodo de producción podría permitir un corte adicional al final del invierno/inicio de primavera. Los efectos son directos : no sólo en el clima, aumentando las capacidades de almacenamiento de carbono de los prados, sino también en la alimentación del ganado, que gozaría de un apacentamiento prolongado.

**¿Por qué están concretamente afectados los Pirineos y sus poblaciones?**

→ El pastoralismo pirenaico se caracteriza por una diversidad de los sistemas de ganadería : ovinos, bovinos, caprinos, porcinos y equinos. Además de la función de mantenimiento de los paisajes y de la garantía de calidad de los medios naturales, el ganado de pastoreo también tiene una función económica y social primordial en territorios en los que las condiciones de relieve y de clima no permiten la implantación de otras actividades.

La agricultura pirenaica francesa es especialmente variada. Los sistemas agrícolas, que reúnen varios tipos de producciones, representan más de la cuarta parte de las explotaciones. El ganado de herbívoros predomina en el macizo. Afecta a más del 80% de la SAU\* individual en Francia. Los pastos de verano, individuales y colectivos, localizados en zona de montaña y de alta montaña (zonas de trashumancia), abarcan cerca de un tercio de la superficie del macizo [16]. Se distinguen dos sistemas pastorales : una actividad lechera estricta y un sistema bovino lactante que exporta su producción esencialmente a Italia y a España, en forma de lechales o productos semiacabados [8]. En el lado español, el ganado ovino es preponderante a lo largo de la cadena, en un sistema en el que la trashumancia ha desaparecido casi al completo. El sur de los Pirineos Centrales conserva un ganado porcino importante, con una intensificación cada vez mayor.



Baschenis Alain



D. Viet

\* Superficie Agrícola Útil

A pesar de que a nivel nacional, los adelantos fenológicos\* (adelanto de las fechas de floración y vendimia) estaban identificados hasta ahora para la viña y los árboles frutales, los grandes cultivos son en adelante objeto de un seguimiento idéntico, ya que se encuentran igualmente afectados por este fenómeno. Los modelos prevén por ejemplo un adelanto de la fecha de cosecha del trigo y de la colza de entre 8 y 16 y de entre 25 y 41 días para el maíz en un horizonte fijado en 2050 [7].

Entre  
**6 y 15**  
días de adelanto de la  
fecha de cosecha para  
los grandes cultivos  
(por cada aumento de  
un grado)

De  
**+1 a +5**  
días disponibles  
para las  
intervenciones  
agrícolas en las  
parcelas

En la agricultura, la disminución de las precipitaciones no debería tener exclusivamente consecuencias « desastrosas » para los cultivos : también permitiría aumentar el número de días « disponibles » para la intervención de las máquinas agrícolas en las parcelas. Esto se da concretamente en los trabajos de otoño (cosecha del maíz, preparación de la siembra de invierno). Por lo general, los resultados anunciados están entre 1 y 5 días adicionales por término medio para la siembra del trigo y entre 2 y 3 días para una cosecha « tardía » a partir de 2025 [7].

**-20%**  
del daño de la  
septoriosis\*\*\*  
del trigo

Las primeras tendencias sobre las evoluciones del desarrollo de patógenos\*\* vinculados con el cambio climático han demostrado resultados contrastados. En el caso del trigo, los estudios han previsto una reducción del número de días favorables para las infecciones en primavera y en verano (temporadas claves), conllevando una reducción del daño de la septoriosis\*\*\* (o roya parda del trigo) de entorno al 20% para finales del siglo [7]. En la mayoría de los casos, las pérdidas de rendimiento que conlleva dicha enfermedad tendería a estancarse o incluso a disminuir. Sin embargo, el cambio climático también podrá aumentar el riesgo de determinadas enfermedades, y concretamente, las de los árboles (tinta y oidio del roble) [INRA, 2004].



D. Viet



Grimault Emmanuel



D. Viet

## ¿Por qué están concretamente afectados los Pirineos y sus poblaciones?

➔ Tanto en todo el macizo como a nivel nacional, la Superficie Agrícola Útil (SAU) o superficie dedicada a la producción agrícola ha registrado un aumento desde 1998 (+5% en Francia) mientras que el número de explotaciones agrícolas ha registrado un gran descenso [16]. Las zonas cultivadas están relacionadas principalmente con el ganado en el oeste, las viñas en el este y los huertos y olivares en el sur [6]. Estas zonas, concentradas en la llanura o en los fondos de los valles, acogen cultivos anuales (cereales, legumbres, forrajes) y cultivos perennes (prados permanentes, viticultura, arboricultura). Las colinas, terrazas y contrafuertes de la zona de montaña constituyen un espacio importante de transición, abierto a la llanura, en cuyo nivel se ha desarrollado una diversidad de producciones agrícolas, a menudo bajo el signo de la calidad.

\* La fenología es el estudio de la aparición de acontecimientos periódicos (anuales la mayoría de las veces) en el mundo vivo, determinada por las variaciones de temporadas del clima (para los vegetales, puede tratarse por ejemplo de : la floración, la foliación, la fructificación, la coloración de las hojas, etc.).

\*\* Los patógenos son agentes transmisores y responsables de enfermedades.

\*\*\* La septoriosis es la enfermedad foliar mayor del trigo en Francia y en muchos países de Europa. Dos hongos parásitos son los responsables y provocan manchas pardas en las hojas pudiendo conlleva de este modo reducciones de rendimiento importantes.



## INDICADORES IDENTIFICADOS para un seguimiento del cambio climático en los Pirineos

Se aprobó una primera serie de indicadores por los miembros del Observatorio con vistas a evaluar y a seguir mejor el fenómeno del cambio climático y sus efectos a nivel de los Pirineos. Esta serie de indicadores fue elaborada con la colaboración de todos los socios científicos y socioeconómicos del Observatorio Pirenaico del Cambio Climático, validada por su Consejo Científico y deberá conllevar la creación de alianzas para facilitar su cumplimentación.

La cumplimentación de determinados indicadores, que reflejan los impactos directos del cambio climático en la cadena, podrá ser objeto de una comparación con las observaciones realizadas en otros macizos o territorios. Como complemento, una serie de indicadores permitirá seguir impactos más indirectos de este fenómeno (actividades socioeconómicas : turismo, agricultura, etc.).

### Sin descartar futuros complementos, el Observatorio se ha propuesto actualmente seguir :

- ▶ la evolución de las temperaturas por estaciones (intensidad)
- ▶ la evolución de las precipitaciones por estaciones (frecuencia, intensidad, distribución espacial)
- ▶ la evolución de los acontecimientos climáticos extremos : olas de calor, olas de frío, heladas, tormentas y temporales de viento, precipitaciones extremas, sequía
- ▶ la evolución de la nieve de la media y alta montaña, en concreto a nivel de las estaciones de esquí (altura de las precipitaciones de nieve invernales, duración de la capa de nieve)
- ▶ la evolución de la cubierta vegetal (periodo de crecimiento vegetativo, índice de vegetación a partir de datos satelitales - Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)
- ▶ la evolución del número, la longitud, la superficie y el volumen de los glaciares pirenaicos
- ▶ la evolución cartográfica de los territorios con gran « peligrosidad » (avalanchas, inundaciones, erosión, terremotos, deslizamientos, hundimientos del terreno, retiradas/expansión).
- ▶ la evolución de la distribución (extensión o regresión) del sauce enano (*salix herbacea*) y de las comunidades de plantas y setas asociadas, características de la vegetación de las conchas de nieve\*
- ▶ la evolución de la abundancia, de la riqueza, de la diversidad y de la fenología\*\* de determinadas especies animales de interés (mariposas diurnas, aves comunes)
- ▶ la evolución altitudinal y fenológica\*\* de la haya, del pino mugo y del pino silvestre (estados fenológicos\*\* como la fecha de desborre, las áreas climáticas potenciales de repartición, los fenómenos de hibridaciones)
- ▶ la evolución de la productividad y de la explotación de los prados pirenaicos (fechas de siega/agostado, número de cortes y producción)
- ▶ la evolución de los rendimientos de los grandes cultivos
- ▶ la evolución de la viña y de la calidad de los vinos (fecha de vendimia, índice de azúcares y de acidez, grado de alcohol)
- ▶ la evolución del caudal natural/ restituido de las aguas superficiales
- ▶ el seguimiento piezométrico\*\*\* de las aguas subterráneas
- ▶ la evolución de la incidencia de los incendios forestales (superficie, frecuencia, intensidad)

\* Las conchas de nieve son pequeñas depresiones de altitud en donde la nieve se mantiene durante un periodo mayor que en otros lugares.

\*\* La fenología es el estudio de la aparición de acontecimientos periódicos (anuales la mayoría de las veces) en el mundo vivo, determinada por las variaciones de temporadas del clima (para los vegetales, puede tratarse por ejemplo de : la floración, la foliación, la fructificación, la coloración de las hojas, etc.).

\*\*\* La piezometría es la medida de la profundidad de las capas de agua subterráneas para evaluar su estado cuantitativo.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] **BENISTON, M.** (2003) – *Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts*. Climatic Change, N°59, pp5-31.
- [2] **IPCC** (2007) – *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al cuarto Informe de evaluación del Grupo intergubernamental de expertos sobre la evolución del clima. IPCC, 103 p.
- [3] **DUBOIS G. ET CERON J-P.** (2006) – *Adaptación al cambio climático y desarrollo sostenible del turismo ; du tourisme ; estudio exploratorio con vistas a un programa de investigación*, TEC, 131p.
- [4] **LOPEZ-MORENO J.I., GOYETTE S., BENISTON M.** (2009) – *Impact of climate change on snowpack in the Pyrenees: Horizontal spatial variability and vertical gradients*, Journal of Hydrology, (374) pp 384-396
- [5] **PREFECTURA DE REGIÓN LANGUEDOC-ROUSSILLON** (2008) – *Estudio sobre el cambio climático en Languedoc-Roussillon. Cuáles consecuencias económicas y sociales*, Informe final. Tomo 1, 149p –Tomo 2, 123p.
- [6] **GENOUD-PRACHET V.** (2009) – *Atlas del macizo pirenaico*, APEM, 16p.
- [7] **BRISSON N. ET LEVRAULT F.** (2010) – *Libro verde del proyecto Climator, Cambio climático, agricultura y bosque en Francia : simulaciones de impactos sobre las principales especies*, ADEME, 334p.
- [8] **FELTEN B.** (2010) – *Proyecto VALIDATE: vulnerabilidad de los prados y de la ganadería al cambio climático y a los acontecimientos extremos*, Informe intermedio de la contribución al WP5 « adaptación de las granjas de ganado », INRA, 28p.
- [9] **CABALLERO Y., NOILHAN J.** (2003) – *Estudio del impacto del cambio climático sobre los recursos en agua de la cuenca Adur Garona*, 176p.
- [10] **SAUQUET E.** (2009) – *Imagina 2030 : Clima y organizaciones del Garona : ¿ cuáles incertidumbres sobre el recurso en agua en 2030 ?* Agencia del Agua Adur Garona, LNHE, 149p.
- [11] **DAUBET B., DE MIGUEL MAGANA S., MAURETTE A.** (2007) – *Libro blanco de los bosques pirenaicos ; para una gestión sostenible de los Pirineos*, GEIE FORESPIR, 83p.
- [12] **AEMA** (2009) – *Progress toward the European 2010 biodiversity target*, EEA Report, N°4, 52p.
- [13] **AEMA** (2010) – *Señales del AEMA 2010 : la biodiversidad, el cambio climático y tú*, 61p.
- [14] **DUQUESNE C.** (2008) – *Observatorio Pirenaico de los efectos del calentamiento climático*, APEM, 60p.
- [15] **GENERALITAT DE CATALUNYA, CADS** (2008) – *RISKCAT, Los riesgos naturales en Cataluña*, Informes del CADS, N°6, pp79-150.
- [16] **APEM**, SIG Pirineos: [www.sig-pyrenees.net](http://www.sig-pyrenees.net)
- [17] **Agencia del Agua Adour Garona** : [www.eau-adour-garonne.fr](http://www.eau-adour-garonne.fr)

# EL CONSEJO CIENTÍFICO DEL OBSERVATORIO

- **Jean-Louis ETIENNE**, explorador francés, Presidente del Consejo Científico
- **Mercè CASALS**, Sociólogo, CRES – Centro de Investigación Sociológica (Andorra)
- **José CUADRAT**, Doctor de geografía, Universidad de Zaragoza (España)
- **Marta DOMENECH FERRES**, Ingeniero forestal, CENMA – Centro de Estudios de la Nieve y la Montaña de Andorra (Andorra)
- **Jean-Luc DUPOUEY**, Responsable del Equipo Fito-ecológico forestal, INRA Nancy – Instituto Nacional de Investigación Agronómica (Francia)
- **Pere ESTEBAN VEA**, Climatólogo, CENMA – Centro de Estudios de la Nieve y la Montaña de Andorra (Andorra)
- **María GARCIA FLECHA**, Jefe de proyecto « Cambio climático y biodiversidad », IHOBE (España)
- **María del Carmen LLASAT BOTIJA**, Doctora en Física, UB – Universidad de Barcelona (España)
- **Josep Enric LLEBOT i BABAGLIATI**, Profesor de física, UAB – Universidad Autónoma de Barcelona (España)
- **Javier MARTIN VIDE**, Profesor de Geografía física, UB – Universidad de Barcelona (España)
- **Serge PLANTON**, Responsable del grupo de investigación climática, Météo France (Francia)
- **Pierre RENE**, Glaciólogo, Asociación MORAINÉ (Francia)
- **Xavier RODO**, Director del Instituto Catalán de ciencias y del clima – IC3 (España)
- **Ernesto RODRÍGUEZ CAMINO**, jefe de la Unidad « Evaluación y Modelización del Clima », AEMET – Agencia Estatal española de Meteorología (España)
- **María Teresa SEBASTIÁ ÁLVAREZ**, Profesor de botánica, CTFC – Centro Tecnológico Forestal de Cataluña (España)
- **Bernard SEGUIN**, Responsable de la Misión « Cambio climático y efecto invernadero », INRA Avignon – Instituto Nacional de Investigación Agronómica (Francia)
- **Jean-Michel SOUBEYROUX**, Climatólogo, Météo France (Francia)
- **Antoni Francesc TULLA PUJOL**, Director del departamento de geografía, UAB – Universidad Autónoma de Barcelona (España)
- **Jordi VAYREDA**, Responsable del Sistema de Información del Bosque de Cataluña, CREAM – Centro de Investigación Ecológica y de Aplicaciones Forestales (España)
- **Sergio M. VICENTE-SERRANO**, Investigador en ecología, IPE/ CSIS – Instituto Pirenaico de Ecología/Consejo Superior de Investigación Científica (España)
- **Marie-Christine ZELEM**, Catedrática, CERTOP – Centro de Estudios y de Investigación sobre el Trabajo, la Organización y el Poder (Francia)

## CONTACTO

Comunidad de Trabajo de los Pirineos - CTP  
C/ Ramón y Cajal, 7 - Torre del Reloj - E - 22700 JACA  
Tel.: +34 974 36 31 00 - Fax: +34 974 35 52 29  
[www.ctp.org](http://www.ctp.org)

Secretaría General de la CTP  
Consejo Regional de Midi-Pyrénées  
22, boulevard du Maréchal Juin - 31406 Toulouse Cedex 9 (Francia)  
Tél : +33 (0)5 61 33 50 50 - Fax : +33 (0)5 61 33 52 66  
[www.midipyrenees.fr](http://www.midipyrenees.fr)