

APORTACIONES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA AL DESARROLLO SOSTENIBLE

Tomo II: La biodiversidad: ¿El otro impacto? ¿La otra posibilidad?
Resumen del informe de los Sres. Pierre LAFFITTE y Claude SAUNIER, Senadores

I. La biodiversidad de los ecosistemas del planeta está en vías de sufrir una gran alteración

A. Un balance catastrófico...

1. El ritmo de desaparición de las especies se acelera

En los últimos doscientos años, este ritmo ha sido de 10 a 100 veces más importante que los ritmos naturales de extinción, y la evaluación efectuada en 2000 por la comunidad científica internacional muestra que **en 2050 podría ser, según las especies, de 100 a 1.000 veces superior al ritmo natural.**

2. Algunos biotopos están más especialmente amenazados

- la biodiversidad **en los medios húmedos y las aguas continentales disminuyó un 37% entre 1970 y 2000,**
- **la red alimentaria pelágica** de algunos medios oceánicos se ha degradado en el Atlántico Norte: el 7% de las especies marinas ha desaparecido desde 1950. La encuesta publicada en noviembre de 2006 en "Science" predice la práctica desaparición de las especies pelágicas del Atlántico Norte en el año 2050,
- el 60% de los corales está afectado por la actividad humana y el 20% ha desaparecido en treinta años,
- las selvas tropicales secas están en vías de extinción (Madagascar, selva atlántica brasileña, de la que sólo queda entre un 7 y un 10%).

3. La biodiversidad europea, ya muy antropizada, también está afectada

- las aguas continentales están afectadas por la contaminación y el uso excesivo del agua en la agricultura, que excede las posibilidades de adaptación de las especies a los ciclos hidrológicos,
- la Unión Europea ha establecido que, fuera de las zonas protegidas por las directivas "Natura 2000" las pérdidas de biodiversidad de la fauna aviar podría elevarse al 70%,
- en treinta años, la región francesa de Beauce ha perdido más del 30% de los compuestos orgánicos de su suelo.

B. Las presiones tradicionales aumentan...

Desde 1990, la huella ecológica de la humanidad supera las capacidades de reconstitución de los ecosistemas del planeta.

Así pues, hemos entrado en un desarrollo no sostenible.

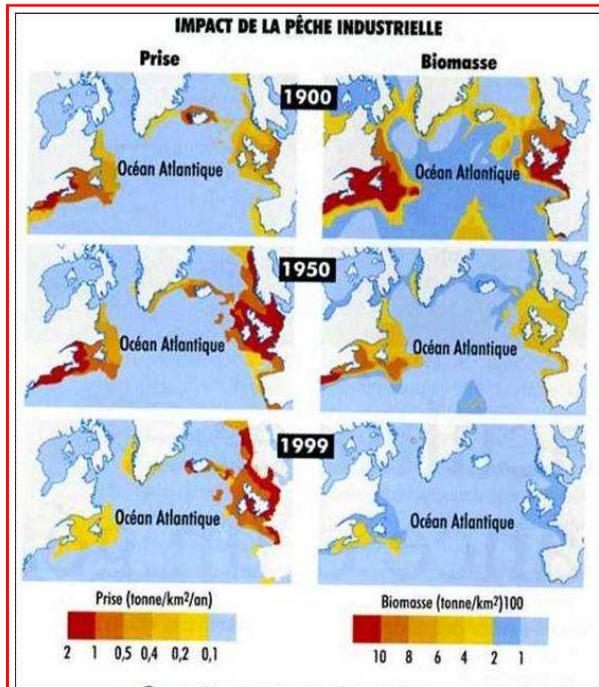
Sobre las bases actuales, en el año 2050 la demanda de la humanidad será dos veces superior a la capacidad productiva de la biosfera.

1. Las presiones de depredación

- la **sobrepesca industrial conduce** a la sobreexplotación de las especies haliéuticas.
También destruye el equilibrio de los ecosistemas oceánicos por:
 - **la importancia de las capturas conexas** no explotadas que pueden elevarse al 80% de la biomasa pescada,

- el **ataque sobre los medios pelágicos oceánicos más profundos.**

En 20 años, la profundidad media de las pescas pasó de 100 m a más de 300 m. La explotación desenfrenada de estas especies, que tardan más de sesenta años en convertirse en adultos, lleva a su agotamiento.



- El desarrollo de las acuiculturas marinas en medio abierto aumenta los daños:
 - la alimentación se realiza por medio de harinas de pescados constituidas por alevines (de 1 a 3 kg de harinas para 1 kg de productos acuícolas),
 - la explotación -como el del atún en el Mediterráneo- se basa en la extracción de juveniles que todavía no han tenido tiempo de reproducirse,
 - los efluentes destruyen los medios naturales asociados.
- **La explotación forestal no controlada** se amplifica debido al crecimiento de la demanda mundial y al aumento de las talas ilegales.

La deforestación de las selvas tropicales húmedas (África, Asia y América del Sur) proseguirá a un ritmo de 13 millones de hectáreas al año, de las cuales, 6 millones de hectáreas de selvas vírgenes, mientras que este medio alberga el 50% de la flora mundial.

2. Las presiones de ocupación de espacios

- la ocupación de los espacios:
 - ✓ en Francia, **cada día** se destruyen 165 hectáreas de medios naturales con diferentes fines de construcción;
 - ✓ en Brasil, **la construcción** de una carretera en medio forestal **destruye** la biodiversidad de este medio hasta 50 km por ambas partes de la carretera;
- la explotación minera en biotopos ricos en biodiversidad. **Por ejemplo, en la Guayana Francesa, la futura zona del parque natural regional** albergará a 2.500 habitantes, pero también a **cerca de 10.000 buscadores de oro clandestinos** (frente a los 1.000 buscadores de oro declarados).

3. El aumento de las especies invasivas

El aumento de los intercambios aéreos y marítimos amplifica las introducciones de especies invasivas.

En Francia, el número de especies invasivas aumentó un 50% en 4 años (102 en 2002; 153 en 2006).

C. Y se perfila la amenaza del cambio climático...

1. La velocidad adquirida

El calentamiento climático (+0,7°C) registrado en los últimos 30 años en Europa ya tiene consecuencias:

- sobre la fenología de las especies (adelanto de los períodos de reproducción, de floración y de fructificación),
- en las áreas de reparto (ascenso de 1.000 km de los peces tropicales hacia el Norte).

2. Un futuro muy inquietante

Las últimas hipótesis del GIEC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre la Evolución del Clima) estiman que el 35% de las especies mundiales podrían desaparecer debido al cambio climático.

II. La urgencia de las iniciativas

En la mayoría de los ámbitos en los que la biodiversidad está amenazada, existen **las soluciones**

científicas y tecnológicas que permiten reducir las presiones y anticipar las amenazas.

A. Reducir las presiones

1. Las selvas tropicales

La protección de estos medios, que son a la vez una reserva de biodiversidad y uno de los pozos de carbono de la biosfera, es una urgencia.

Pasa por la amplificación de la conservación, pero también por la generalización de la explotación racionalizada y por su re inserción en la economía globalizada.

• La conservación

La constitución de reserva forestal es eficaz, pero debe ser completada por:

- la agregación de estas reservas para evitar que se conviertan en grupos aislados. A este título hay que felicitar la política de las autoridades brasileñas que, desde ahora hasta el año 2011, habrán creado 50 millones de hectáreas de reservas forestales contiguas;
- la implantación de corredores de transición, en particular gracias al desarrollo de la agrosilvicultura que afecta a 500 millones de hombres.

• La explotación racionalizada

Aparte de zonas santuarizadas, **la selva tropical carece de valor cuando ya no se explota.** Así pues, se destruye para prefinanciar instalaciones de ganadería (Brasil), o plantaciones industriales (sudeste asiático o África).

Por lo tanto, es necesario explotar la selva pero hacerlo de manera mucho más racional:

- sólo se explota el 20% de la madera talada, mientras que es posible elevar este porcentaje al 40-50%;
- las investigaciones llevadas a cabo en la Guayana Francesa y en la selva amazónica muestran que con una explotación basada en talas ligeras (una tala de 5 ó 6 troncos de más de 50 cm por hectárea) el conjunto de la selva se reconstituye en treinta años -lo que corresponde a una explotación sostenible que permite la reconstitución de los medios.

• Reinsertar una economía forestal racionalizada en la globalización.

- Organizar la certificación

Uno de los motivos de la sobreexplotación forestal es el bajo coste de la mayoría de las especies, que se explica **por una oferta que parece ilimitada a corto plazo, a pesar de un importante crecimiento de la demanda.**

Así pues, hay que hacer que esta oferta sea "equitativa" rechazando, en los países industrializados, las maderas de obra que no procedan de una explotación racionalizada.

- Incluir la protección de la selva tropical en el ciclo de Kioto.

Sería conveniente que los programas de lucha contra la deforestación pudieran ser parcialmente financiados mediante su inclusión en el mercado de emisiones de CO₂.

2. La pesca

La FAO estima que **la mitad de los stocks haliéuticos se explotan al máximo y que una cuarta parte es sobreexplotada o agotada.**

Para salvar los stocks restantes, será necesario implantar una gestión sostenible de los recursos marítimos; lo que implica:

- amplificar la constitución de reservas marítimas;
- prestar una atención particular a la gestión de los medios costeros -ya que en el año 2050, el 80% de la población mundial vivirá en las costas;
- pasar a una acuicultura en circuito cerrado y en la que los peces ya no consumieran, o apenas consumieran, harinas de pescado;
- modificar la gestión de la pesca haciendo que se base en la eficacia de los controles y en la experimentación de atribución de cuotas de pesca individuales y retrocedibles.

3. La destrucción de espacios naturales

La contención progresiva de estas destrucciones de espacios depende a la vez:

- en Francia, de una reforma de la ley de 1976 con objeto de compensar la destrucción de espacios naturales mediante la restauración de otras superficies;

- y de la creación de un mercado de compensación de los daños a los espacios naturales equivalente al mercado de las emisiones de CO₂.

En Estados Unidos ya existe un mercado de este tipo para la compensación de las destrucciones de humedales.

B. Anticipar las amenazas

1. Los efectos del cambio climático

Debido al impacto del calentamiento, podrían tomarse varias medidas:

- *Crear estructuras de observación a largo plazo.*

Esto implica desarrollar:

- las iniciativas ya tomadas por la ONF (Oficina Francesa de Bosques) -con su sistema de puestos de observación,
- las iniciativas tomadas por el IFREMER (Instituto Francés de Investigación para la Explotación del Mar) sobre la observación de los ecosistemas de los fondos costeros,
- el proyecto europeo "Lifewatch" de estudio de la evolución de 50 ecosistemas terrestres y 50 ecosistemas marinos sobre el período 2014-2032.

- *Sistematizar la modelización predictiva sobre las reacciones de los ecosistemas.*

- *Prever la implantación de corredores de migración.*

2. La conservación y la difusión de semillas

La ONF dispone de un banco genético de los árboles.

Por otra parte, Francia se ha asociado a un proyecto europeo de conservación de semillas de los países de la Unión Europea.

Francia debería asociarse:

- a una iniciativa lanzada por el Jardín botánico de Kew Gardens, que tiene por objeto almacenar semillas de especies de los países áridos o semiáridos (incluyendo las especies mediterráneas, que podrían verse afectadas por un creciente estrés hídrico);
- a la conservación en medio frío realizada por Noruega,
- al conservatorio mundial de semillas para el cultivo gestionado por la FAO.

Por último, es conveniente poner **fin a la anomalía** que constituye la prohibición de venta de semillas de cultivo antiguas que no figuran en el catálogo oficial. La Oficina Francesa de Recursos Genéticos (BRG) debería poder crear y gestionar un registro de estas semillas. De este modo, su venta por las asociaciones de protección de la biodiversidad ya no sería un delito.

3. El problema de las transgénesis y de la adaptabilidad genética

La generalización de los cultivos de organismos modificados genéticamente no favorece la conservación de la biodiversidad.

En cambio, el recurso a transgénesis permite desarrollar la resistencia de las especies a la sequía.

Se debería explorar el recurso a una selección genética tradicional más avanzada. Sabemos que la mayoría de las especies de árboles tienen una variación genética intraespecífica muy elevada.

Esta biodiversidad genética ha permitido que **un grupo aislado de coníferas en Orne resista al calentamiento debido al final de la última glaciación.**

Podría utilizarse para luchar contra los efectos del cambio climático.

C. Las futuras competencias de ocupación de espacios

a) ¿Llenar los depósitos?

La extensión actual de los cultivos dedicados a los biocarburantes y cuyo impacto ecológico es negativo contribuye en gran medida a la deforestación en el sudeste asiático. **Sería conveniente proclamar en Europa una moratoria sobre la utilización de estos biocarburantes en espera de la segunda generación.**

b) ¿Alimentar a 9.000 millones de personas?

¿Cómo podremos alimentar a 9.000 millones de personas en espacios agrícolas por definición limitados y de los que una parte podría estar amenazada por las perturbaciones de la hidrosfera que se anuncia?

Es indispensable implantar progresivamente una agricultura de precisión que optimice los procesos naturales, ya que las técnicas de forzamiento del suelo y de lucha contra las plagas han llegado a zonas de rendimientos decrecientes.

Se deberían reforzar los medios de estudio de la FAO mediante vínculos más estrechos con estructuras como el INRA (Instituto Francés de Investigación Agronómica), el CEMAGREF (Centro Francés de Estudios del Maquinismo Agrícola, de Ingeniería Rural, de Aguas y Bosques) y el CIRAD (Centro de Cooperación Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo) para promover esta agricultura de precisión.

III. Valorizar la biodiversidad de manera sostenible

La valorización sostenible de la biodiversidad es una necesidad, pero también una oportunidad que hay que aprovechar. La biodiversidad puede ser uno de los soportes del cambio de nuestro modo de desarrollo económico -frente a las crisis climáticas y energéticas.

La proximidad de una crisis energética significativa impone una importante inflexión de nuestro modelo de desarrollo económico.

En este ámbito se perfilan dos ejes: la remuneración de los servicios aportados por los ecosistemas y la exploración de un depósito de bienes que podría ser una de las cajas de herramientas de la cuarta revolución industrial.

A. Remunerar los servicios ecológicos

1. Aportaciones diversificadas

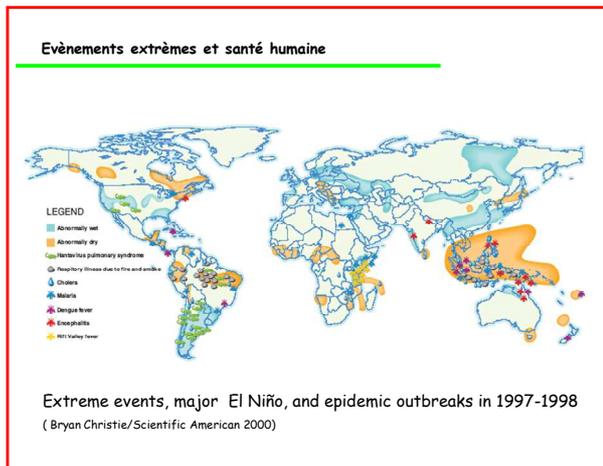
Los servicios ecológicos ofrecen ahorros externos en muchos ámbitos.

a) Los servicios sanitarios

La biodiversidad es un importante factor de inhibición de muchas enfermedades (leishmaniosis, enfermedad de Chagas, enfermedad de Lyme, etc.).

El cambio climático refuerza la importancia de esta inhibición asegurada por la biodiversidad de los ecosistemas:

- los efectos de El Niño provocan en el hemisferio Sur un aumento de las epidemias;



- ahora bien, el número de agentes patógenos para el hombre es trescientas veces mayor en las zonas tropicales que en las regiones templadas. Debido al calentamiento, una parte de ellos podría migrar (tal como lo muestra la reciente propagación de la enfermedad de la lengua azul o del chikungunya a orillas del Mediterráneo).

b) Los servicios agronómicos

Además de la polinización, la biodiversidad presta importantes servicios agronómicos.

• El aumento de la biomasa producida

Las investigaciones realizadas en Europa y en Estados Unidos sobre las herbáceas revelan una correlación positiva entre el número de especies plantadas y la recolección de biomasa por hectárea.

Los resultados de trabajos idénticos realizados por el INRA sobre los cereales son similares.

• La resistencia a la sequía

Experimentos del mismo tipo realizados en Estados Unidos y en Burkina Faso muestran que el aumento de la biodiversidad permite resistir mejor a la sequía.

• La resistencia a las plagas

Estudios realizados por el INRA han puesto de manifiesto que la inserción de especies frondosas en plantaciones industriales de

coníferas reducía el impacto de las plagas. Lo mismo ocurre con los setos.

c) *Los servicios hidrológicos*

Los **humedales** -que en Francia se han reducido a la mitad en los últimos 50 años-, **los bosques y los taludes desempeñan un papel capital en la distribución hidrológica**, principalmente en dos puntos, la filtración y el ciclo de retención-eliminación lenta del agua.

De este modo, los humedales tienen una capacidad muy importante para eliminar el nitrógeno de los nitratos procedentes de las cuencas vertientes.

Otro ejemplo, el humedal de La Bassée situado aguas arriba de París desempeña un importante papel de regulación de las aguas, que hace posible prescindir de la construcción de diques (cuyo importe se estima en 200 millones de euros).

2. **Servicios a reintegrar en el cálculo económico**

a) *Los datos del problema*

La estimación de los bienes y servicios prestados por la biodiversidad se calibró **en torno a 33.000.000 millones de dólares en 1997, es decir una cifra análoga a la del actual PIB mundial (del orden de 35.000.000 millones de dólares).**

Por tanto, los servicios ecológicos nos aportan gratuitamente un **segundo producto interior bruto mundial.**

b) *La búsqueda de soluciones de integración*

Es preciso remunerar los servicios ecológicos y sancionar económicamente su destrucción con fines privativos.

Los medios de esta integración existen:

- **a escala francesa**, la creación de un **mercado de compensación de las destrucciones de espacios naturales** basado en la oponibilidad de “unidades de biodiversidad” negociables. Este mercado podría activarse mediante la instauración progresiva del principio de quien contamina, paga completado por acciones específicas de remuneración de los servicios hidrológicos prestados por los espacios naturales (humedales, bosques y regiones de foresta);
- **a escala europea**, el refuerzo de las medidas

agroambientales del segundo pilar (actualmente sólo el 10% del importe de la política agrícola común) que será posible mediante el alza del precio de las materias primas agrícolas. **Este refuerzo debe basarse en la búsqueda de un nuevo contrato social con la agricultura.**

B. **Una de las cajas de herramientas de la nueva revolución industrial**

1. **La biomimética y la bioinspiración**

Muchos de los procesos industriales que utilizamos gastan mucha energía, son costosos en materias primas fósiles y son insuficientemente selectivos.

Respecto a los artefactos humanos, la evolución ha producido soluciones naturales mucho más sofisticadas.

a) *La biomimética*

Este procedimiento tiene como finalidad:

- ✓ identificar un comportamiento excepcional,
- ✓ comprender la relación comportamiento-estructura
- ✓ imitar esta estructura para elaborar materiales duraderos de manera rápida y a menor coste.

Encontramos ejemplos industriales terminados de la aplicación de este procedimiento biomimético:

- ⇒ los cristales fotónicos de látex, que permiten hacer variar los efectos ópticos de los materiales,
- ⇒ los parabrisas antilluvia que se basan en la imitación de la estructura de la hoja del nenúfar,
- ⇒ la optimización de la geometría de las ruedas inspirada en la de los amonites,
- ⇒ la elaboración de los planos de sustentación de aviones a partir de la observación de las alas de las aves, etc.

b) *La bioinspiración*

La **bioinspiración**, que se encuentra en una etapa industrialmente menos avanzada, intenta identificar las moléculas que poseen ciertas propiedades y obtener objetos diferentes a los creados por el ser vivo.

2. La fábrica de los seres vivos

a) El mundo bacteriano

El mundo bacteriano sigue siendo uno de los ámbitos de la biodiversidad menos conocidos.

Recordemos que el número de especies bacterianas se estima entre 600.000 y 6 millones, mientras que sólo se han identificado 7.300 especies.

Presentan ciertas especificidades interesantes en cuanto a sus capacidades de adaptación:

- rapidez de reproducción,
- presencia de islotes de transferencia (por incorporación del genoma de otras bacterias después de presiones de selección),
- existencia en medios extremos (alta y baja temperatura, importante contenido de CO₂, de sal o de ácido).

Se trata de valorizar esta biodiversidad con objeto de **obtener productos diferentes de los que fabrica.**

b) La valorización de la biodiversidad bacteriana

La utilización industrial de las bacterias como sustituto o como apoyo a la química abre nuevos horizontes.

Las **biotecnologías** ofrecen varias ventajas respecto a la química:

- ⇒ **gastan mucha menos energía**, ya que no precisan termización y utilizan materiales renovables,
- ⇒ son **mucho más precisas**:
 - ✓ **regioselectividad** (las enzimas pueden intervenir en un solo alcohol de un azúcar que se va a transformar),
 - ✓ **directividad** (las enzimas van a generar solo un producto mientras que los productos químicos van a generar residuos colaterales más o menos importantes según el caso).

Por tanto, **podemos utilizar las bacterias para una producción directa (por ejemplo, penicilina), o extrayendo enzimas para efectuar bioconversiones con objeto de que realicen una etapa de un proceso químico.**

Los ejemplos industriales de estas utilizaciones son numerosos: fabricación de

tergal, descontaminación, fabricación de betacaroteno, fabricación de metano, de corticoides, etc.

En las próximas décadas, la generalización de estas utilizaciones será uno de los motores de la inflexión de nuestro desarrollo hacia procesos más sostenibles.

3. La bioprospección

La identificación de moléculas activas procedentes de seres vivos constituye una pista fecunda para la farmacología, ya utilizada (taxol de los ifs, vincapervinca de Madagascar, etc.).

DIEZ PROPUESTAS PAR IR MÁS LEJOS QUE EL GRENELLE DEL MEDIO AMBIENTE

I. Integrar la biodiversidad en la globalización:

- creando un organismo de las Naciones Unidas dedicado específicamente a los problemas mundiales del medio ambiente;
- activando la protección de la selva tropical insertándola en los mecanismos de Kioto II;
- creando una tasa sobre los intercambios internacionales de productos (pesca, bosque) no certificados;
- integrando la dimensión medioambiental en las reglas de la OMC;
- y multiplicando los intercambios deuda/naturaleza.

II. Activar los esfuerzos de la Unión Europea:

- proclamando una moratoria sobre los biocarburantes de primera generación;
- reforzando el pilar medioambiental de la política agrícola común;
- amplificando el esfuerzo de investigación sobre el cambio climático;
- implantando un etiquetado europeo de los productos procedentes de la biodiversidad;
- y emprendiendo una reforma de la política europea de pesca.

III. Poner en concordancia las palabras y las prácticas de Francia:

- gestionando con una mayor atención la biodiversidad ultramarina de Francia;
- aplicando los acuerdos internacionales firmados por Francia;
- y apoyando nuestro dispositivo de conservación y de desarrollo de las semillas.

IV. Erigir la biodiversidad en prioridad de investigación:

- activando la implantación de tecnologías de control de la protección de la biodiversidad;
- y valorizando el reto científico de la biodiversidad (desarrollo de investigaciones en ingeniería ecológica, consolidación de las investigaciones en biomimetismo y bioinspiración, y creación de un Instituto Carnot sobre las biotecnologías industriales).

V. Adaptar la herramienta fiscal a los retos del medio ambiente y nombrar a un parlamentario en misión para proponer una adaptación de la fiscalidad:

- reduciendo la presión fiscal sobre los medios naturales;

- reexaminando los incentivos fiscales para la artificialización de los medios naturales;
- y modulando las dotaciones de financiación de las administraciones locales en un sentido favorable de conservación de la biodiversidad.

VI. Insertar los servicios prestados por los ecosistemas en el cálculo económico:

- remunerando los servicios ecológicos, como contrapartida de la instauración progresiva del principio de quien contamina, paga,
- y creando un mercado de compensación de los daños a los medios naturales equivalente al de las emisiones de CO₂.

VII. Ordenar sosteniblemente el territorio:

- instaurando jurídicamente la trama verde prevista por el "Grenelle del medio ambiente",
- e imponiendo la ecocondicionalidad en toda operación que tenga repercusiones sobre la ordenación territorial.

VIII. Lanzar un programa de densificación urbana.

IX. Anticiparse a los cambios climáticos:

- nombrando un Delegado para el cambio climático ante el ministerio de medio ambiente,
- activando las modelizaciones predictivas para medir la evolución de los ecosistemas,
- previendo el establecimiento de corredores de migración,
- e implantando una capacidad de identificación y de erradicación rápida de las especies invasivas.

X. Definir un nuevo contrato social con los agricultores:

- confiando al INRA y al CEMAGREF una misión para activar la introducción de una agricultura de alta precisión menos nociva para los ecosistemas y más productiva,
- y dando a los agricultores un nuevo papel en la protección de la biodiversidad, en base a una modificación de la aplicación del segundo pilar de la política agrícola común.