

El método de diagnóstico ARCHI

Aplicación en robles (*Quercus robur* L.) en proceso de decaimiento

Christophe Drénou, Marine Bouvier, Jean Lemaire, CNPF-IDF

(Traducción: Enrique Conde, Santiago Uribarrena)

¿Cómo distinguir, dentro de una población, robles capaces de reaccionar a un estrés?

¿Cómo distinguir precozmente el carácter reversible o irreversible de un decaimiento?

Una herramienta de diagnóstico visual, el método ARCHI, ya esta disponible.

Este artículo presenta los trabajos realizados en el marco del proyecto titulado "Los robledales atlánticos frente a los cambios climáticos: entender y actuar" (Lemaire *et al.*, 2010). Éstos, han formado parte de un Trabajo Final de Carrera (ENITA Bordeaux-Bouvier, 2010). El método de diagnóstico propuesto permite apreciar la dinámica de reacción de los robles después de un estrés, y tomar, objetivamente, la decisión de cuándo es necesario intervenir en el bosque, especialmente para seleccionar los individuos que formarán parte del siguiente aclareo.



Principio del método ARCHI

El nombre de este método tiene como origen la palabra: arquitectura. ¿Qué es la arquitectura de las plantas? El estudio de la arquitectura de un organismo vegetal se basa en un análisis morfológico de toda la parte aérea. Su principio consiste en describir *in situ* el conjunto de las principales formas estructurales que sigue la planta a lo largo de su desarrollo, con el fin de deducir, por comparación, la dinámica de crecimiento, relacionándola con el transcurso del tiempo. Este método se utiliza mucho en los árboles debido a su lento desarrollo. El estudio de un gran número de individuos de edades diferentes, en ambientes

diversos, permite precisar la secuencia de desarrollo óptima de una especie dada, y de comprender como esta secuencia está modulada por las limitaciones del entorno.

El enfoque arquitectural de los árboles ha demostrado que la mayor parte de las frondosas se desarrollan según una estrategia conocida como "reiteración secuencial". Mediante una secuencia previsible, duplican la arquitectura creada a lo largo de su fase juvenil, y se componen entonces de dos partes: un tronco, correspondiente al joven tallo, una vez ha engrosado y ha perdido sus ramas, y una copa constituida de gruesas ramas maestras, que son reiteraciones del tronco. Cada rama maestra se reitera a su vez varias veces, dando lugar a nuevas ramas, cada vez más numerosas, y más pequeñas, hasta llegar a las ramas cimera de la corona. A lo largo de este encadenamiento genéticamente programado, toda perturbación imprevista (sequías, rotura de ramas, ataques de parásitos, aclareos brutales...) provoca la aparición de nuevas estructuras en puntos no habituales: ramillas verticiladas en la proximidad de las heridas, ramificaciones diseminadas a lo largo del tronco, rebrotes en base de tronco, etc: los "chupones". Éstos juegan un rol capital en cuanto a la adaptación fisiológica de los árboles al estrés. De hecho, las especies incapaces de producir

"chupones", como ciertos pinos por ejemplo, tienen un verdadero *hándicap* cuando se impone la necesidad de reemplazar ramas rotas o en decaimiento. Hasta ahora, los métodos de diagnóstico visual en árboles habían ignorado la presencia de estos "chupones", considerando su observación como facultativa, o incluso, interpretando su rol de forma contraria. En efecto, un árbol que se cubre de "chupones" da una impresión de gran confusión morfológica, pero el análisis arquitectural muestra que dicho árbol tiene la capacidad de orientarse hacia diferentes vías de desarrollo, siendo cada vía dependiente de varios factores: la especie, la edad fisiológica inicial, la naturaleza del estrés, etc. Se distinguen así cinco tipos arquitecturales:

→ El árbol sano , antes del estrés tipo ARCHI sano
→ El árbol en estado de Estrés tipo ARCHI S
→ El árbol Resiliente que supera un estrés y vuelve a estar sano tipo ARCHI R
→ El árbol presenta un Descenso de copa , es decir, crea una segunda copa por debajo de la inicial tipo ARCHI D
→ El árbol estancado en una situación de Decaimiento Irreversible tipo ARCHI I

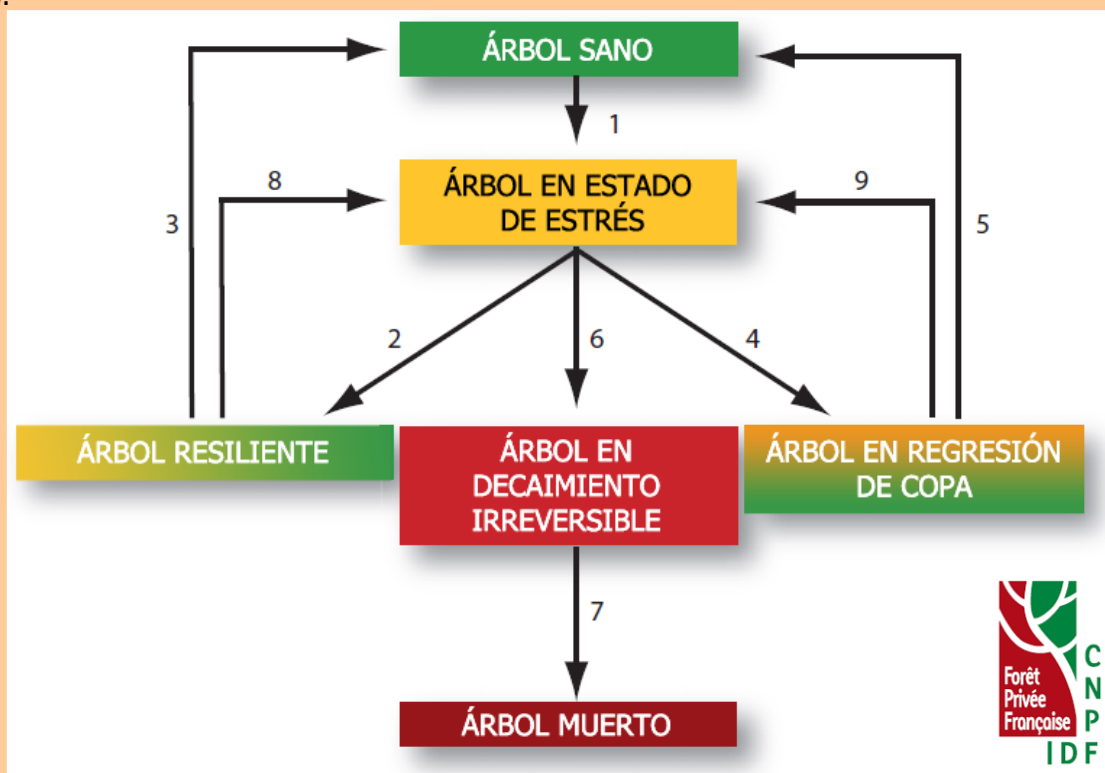
Principio del método ARCHI

Cuando un árbol sano recibe un estrés (flecha 1), éste muestra los síntomas en diferentes órganos (hojas, raíces, corteza...), y también al nivel de su arquitectura global. No se deben confundir los síntomas ligados al decaimiento (empobrecimiento de la ramificación, mortalidad ...) con aquellos que son el resultado de mecanismos de defensa del árbol (cubrición de las heridas, emisión de "chupones"). Los primeros reflejan degradaciones fisiológicas, mientras que los segundos revelan mecanismos de reparación. Según la naturaleza del estrés y el estado de salud inicial del árbol, éste se puede orientar hacia vías diferentes.

Las vías de la resiliencia, es decir, volver al estado de árbol sano después de una fase de restablecimiento fisiológico y morfológico.

Esta resiliencia puede conducir a la restauración de la copa original (flechas nº 2 y 3), o también, particularmente en medio forestal poco denso y en medio abierto, a la creación de una segunda copa, por debajo de la original, y a la desaparición progresiva de las ramas cimeras (fenómeno de descenso de copa o atrincheramiento, flechas nº 4 y 5). Evidentemente, el árbol resiliente y el árbol en descenso de copa no están exentos de sufrir un segundo estrés (flechas nº 8 y 9).

Las vías sin salida, bien porque el árbol se encuentra bloqueado en una situación de crecimiento lento e irreversible, bien porque el debilitamiento general precipita al organismo hacia una muerte ineluctable (flechas nº6 y 7).



Las dinámicas de reacción de un árbol después de un decaimiento, según el método ARCHI.

Esta tipología se ha aplicado en numerosas especies de árboles ornamentales (Drénou, 2009) y en Castaño (Pavie *et al.*, 2008). En el caso del Roble común, el observador que desee reconocer los 5 tipos ARCHI deberá seguir tres pasos o etapas.

Terminología

Inicialmente, "chupón" es un término de la arboricultura frutícola utilizado para designar aquella brotación infértil cuyo desarrollo "agota" las ramas productivas. Este término tiene por lo tanto, desde un principio, una connotación negativa. Misma apreciación también desde el mundo forestal, ya que la gran mayoría de los defectos que deprecian la calidad de la madera están atribuidos a estos "chupones".

"Rebrote" es sinónimo de "chupón". Designa todo nuevo "brote" cuyo desarrollo viene provocado por una poda, desmoche, macollado, o terciado.

En arquitectura vegetal, es preferible utilizar el término de "reiteración retardada o diferida" e insistir así en el proceso de duplicación. Ciertos autores hacen hincapié en la naturaleza epicórmica (del griego "epi": sobre, y "kormos": tronco) de las yemas que dan origen a los "chupones", y proponen reagrupar a estos últimos bajo el nombre de "brotaciones epicórmicas" (Lemaire, 2010). Otros autores se interesan por las dimensiones de los "chupones", y distinguen entre "pelos" (aquellos menores de 5 cm de longitud), "chupones" (de 5 a 10 cm de longitud), y "ramas chuponas" (más de 50 cm) (Colin et al., 2010). Como respuesta al riesgo de malinterpretaciones provocadas por la palabra "chupón", el término "suplente" se añade a la lista precedente (Drénou, 2009). Suplir significa: remediar un defecto, una insuficiencia o una falta, reemplazando, compensando.

Esta proliferación de términos, a menudo molesta, es el reflejo de la lenta evolución de conocimientos. En este artículo, se ha decidido mantener el término más viejo y utilizado por los forestales, es decir: "chupón".



Distinción morfológica entre una rama de roble (arriba) y un "chupón" (abajo).

Etapas 1: Distinguir las ramas de los "chupones" y evaluar su nivel de ramificación.

Una rama es una estructura ramificada que aparece cada año a partir de las yemas formadas durante la estación vegetativa precedente. El momento y el lugar de aparición de las ramas son previsible. Un "chupón" es una brotación que aparece sobre el tronco o sobre una rama, a partir de una yema que ha permanecido latente durante más de un año. El momento de aparición de un "chupón" es imprevisible. Sabemos que en el caso de los robles, las yemas latentes que darán lugar a los "chupones" son todas de origen proventicio (es decir, inicialmente diferenciadas en la axila de una hoja) y pueden permanecer bajo la superficie de la corteza al menos 40 años (Fontaine et al., 2002). Varios caracteres morfológicos permiten distinguir un chupón de una rama.

A causa de su aparición tardía y de su localización por debajo de las ramas cimeras, los "chupones" conservan durante largo tiempo (alrededor de 15 años) una corteza de aspecto más joven que la de su estructura portadora.

La corteza de una rama se inserta, por el contrario, en la continuidad del eje del cual ha salido. En la axila de una rama, se puede observar una arruga de inserción, y bajo la base de la rama se diferencia una leve deformación llamada "cuello" de la rama.

Los "chupones" se reconocen por la característica peana que se forma en su base, y que revela una inserción superficial y frágil. Cuando los "chupones" quedan insertos al nivel de un tocón (extremidad de una rama rota), forman un codo con la rama portadora.

Tanto a escala de una rama como a la de un "chupón", el proceso de ramificación es idéntico. Un eje que se ramifica da paso a otros ejes diferentes: el eje principal desarrolla ejes secundarios, los ejes secundarios producen ramificaciones largas, que a su vez emiten ramificaciones más cortas, y así sucesivamente. Este encadenamiento no se prolonga indefinidamente, y no pasa de 4 niveles de ramificación en el caso del roble común. Se dice que la ramificación es "normal" cuando estos cuatro niveles están presentes y el eje principal muestra una fuerte dominancia. Por el contrario, se dice que la ramificación es "pobre", si el eje principal sustenta directamente ramificaciones largas o cortas (ausencia de ejes secundarios intermedios).

Etapa 2: diferenciar los "chupones" ortótropos, plagiótropos y ageótropos

La dirección de crecimiento de los "chupones" permite distinguir tres tipos distintos.

Los "chupones" **ortótropos** (del griego "orthos": derecho, "tropos": dirección) tienen una dirección de crecimiento vertical y reproducen la arquitectura de robles jóvenes. Reaparecen, en estos casos, caracteres juveniles:

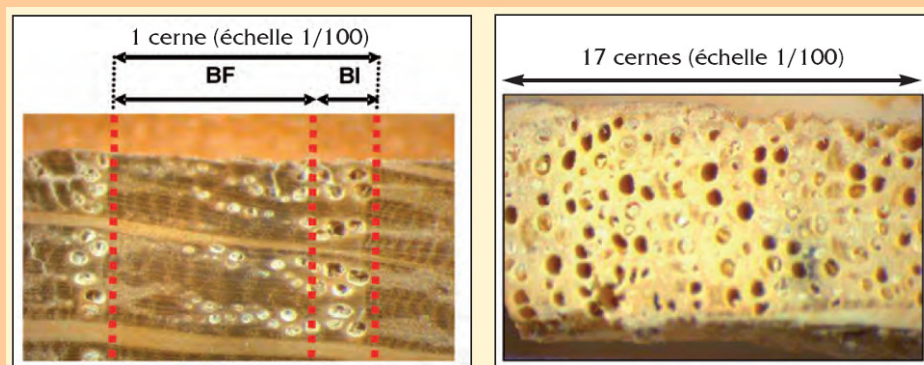
policiclismo (varias brotaciones a lo largo de una misma estación), ausencia de floración, fuerte crecimiento en longitud y grosor, hojas grandes,...

Un método preciso

41 poblaciones de robles han sido estudiadas dentro de los bosques privados de las regiones de Pays de la Loire, Poitou-Charentes y Centre. 371 robles han sido clasificados, en dos repeticiones, por observadores diferentes: en 2009, con hojas, mediante la ayuda del protocolo DEPEFEU del "Departamento de salud de los bosques" (Gauquelin, 2010); y en 2010, sin hojas, según el método ARCHI. Los robles considerados "sin apenas decaimiento" según el protocolo DEPEFEU (clase 1) son clasificados de igual manera por el método ARCHI (el 25% de la clase 1 son de tipo ARCHI sano y el 45% de tipo ARCHI R). Dentro de la clase DEPEFEU 3, calificada de "fuerte decaimiento" por el "Departamento de salud de los bosques", el método ARCHI distingue dos tipos de árboles (ARCHI D y ARCHI I). Entre las clases 1 y 3, la heterogeneidad arquitectural es alta. En efecto, un roble clasificado como "decaimiento medio" según el método DEPEFEU (clase 2) tiene, con el método ARCHI, las mismas posibilidades de ser clasificado como un árbol con futuro (el 50% de la clase 2 son de tipo ARCHI sano y ARCHI R) que por el contrario, no ser clasificado como tal (el otro 50% de la clase 2 se compone de un 4% de tipo ARCHI D, de un 21% de tipo ARCHI I, y de un 25% de tipo ARCHI S). Este resultado aporta una explicación a la falta de correlación constatada entre el diagnóstico visual DEPEFEU y la longitud de los anillos de crecimiento observados en los robles identificados como clase 2 (Fanget, 1998; Bréda, 1998 y Vincke, 2003).

Un método validado

48 robles de tipo ARCHI R (Resiliente) y 42 de tipo ARCHI I (decaimiento Irreversible) han formado parte de una toma de muestras para un análisis dendrocronológico de sus anillos. Estos árboles han sido escogidos según el método de las parejas: de entre las 41 poblaciones, se han seleccionado al menos aquellas que contenían un roble de tipo ARCHI R, y un roble de tipo ARCHI I, lo que ha permitido disponer finalmente de 19 parejas y de minimizar así los efectos de las condiciones estacionales (fertilidad, silvicultura,...) sobre el crecimiento radial. Todos los robles seleccionados pertenecían al estrato dominante y al mismo rango de edad (de 80 a 100 años). La lectura e interdatación de más de 3600 anillos se ha realizado en colaboración con el INRA de Toulouse (Laboratorio Dynafor). El tratamiento estadístico de la anchura de los anillos en base a las 19 repeticiones (parejas) se ha realizado mediante el análisis de varianza (ANOVA) con $P < 0,05$. El análisis de los anillos entre 1970 y 2009 ha puesto en evidencia ocho años críticos con una tendencia de crecimiento negativo (1974, 1976, 1981, 1989, 1990, 1996, 2004 y 2009). A excepción de 1981, todos responden a fuertes periodos de sequía (diferencia entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial durante el periodo vegetativo – de abril a octubre inclusive – inferior o igual a -325 mm). En cada año crítico, la anchura de los anillos disminuye independientemente del tipo arquitectural del árbol. Por el contrario, entre dos años críticos y a partir de 1996, aparecen diferencias muy significativas entre los árboles de Tipo ARCHI R y aquellos de Tipo ARCHI I. Los primeros logran recuperar una anchura media por anillo de 2 mm, mientras que los segundos acumulan un retraso de crecimiento radial y no logran superar 0,9 mm de anchura media por anillo, es decir 0,7 cm de circunferencia anual.



A la izquierda, anillos de un roble de Tipo ARCHI R (Resiliente) y a la derecha, anillos de un roble de Tipo ARCHI I (decaimiento Irreversible). Las dos fotografías presentan la misma escala. Foto izquierda: 1 anillo (escala 1/100); BF = Madera Tardía; BI = Madera Temprana) Foto derecha: 17 anillos (escala 1/100)

Los "chupones" **plagiótopos** (del griego "plagios": oblicuo) tienen una dirección de crecimiento de horizontal a oblicua y reproducen la arquitectura de ramas jóvenes. Se vuelven a encontrar caracteres juveniles, en particular, un follaje marcescente (las hojas se secan en otoño, pero no caen en invierno).

Los "chupones" **ageótopos** (del griego "a": sin, "geo": tierra, y "tropos": dirección) no tienen una dirección de crecimiento determinada, y pueden incluso brotar "boca abajo". Presentan caracteres morfológicos de vejez: ejes débiles, con ramificación pobre, sin policiclismo y con floración lo más precoz posible (a partir del tercer año).

Contrariamente a los "chupones" ortótopos y plagiótopos, en los cuales el periodo de vida es ilimitado, los "chupones" ageótopos no suelen sobrepasar los 5 años de existencia. Éstos mueren y se renuevan sobre los mismos puntos de inserción, lo que termina por crear ramilletes característicos de brotaciones ageótopas.

Dentro de una población de "chupones" de un mismo árbol, el nivel de jerarquía es variable. Puede ser elevado cuando ciertos "chupones" se vuelven dominantes, y otros son dominados, donde todos forman un conjunto estructurado. Por el contrario, el nivel jerárquico es débil, incluso inexistente, si los "chupones" son todos idénticos y guardan un mismo "nivel social".

Las diferencias morfológicas constatadas entre los tres tipos de "chupones", actúan de forma directa sobre las posibles dinámicas de desarrollo de un roble después de un estrés. Los "chupones" ortótopos son los únicos capaces de reemplazar las ramas muertas o en regresión situadas en la parte alta de la

copa (ramas cimeras). El proceso es, en este caso, comparable a los mecanismos de reacción de los árboles después de sufrir una poda.



Ejemplo de resiliencia en un roble. Fotos tomadas en 1895 (arriba - © G. de Kerville) y posteriormente en 1981 (abajo - © F. Radigue).

Los "chupones" plagiótopos, cuando son mayoritarios, provocan un movimiento de repliegue pudiendo crear una nueva copa por debajo de las ramas que formaban la copa original (proceso de descenso de copa). Finalmente, la situación de decaimiento se vuelve permanente si los "chupones" creados son esencialmente del tipo ageótopo.

Etapas 3: utilizar la clave de determinación de tipos ARCHI

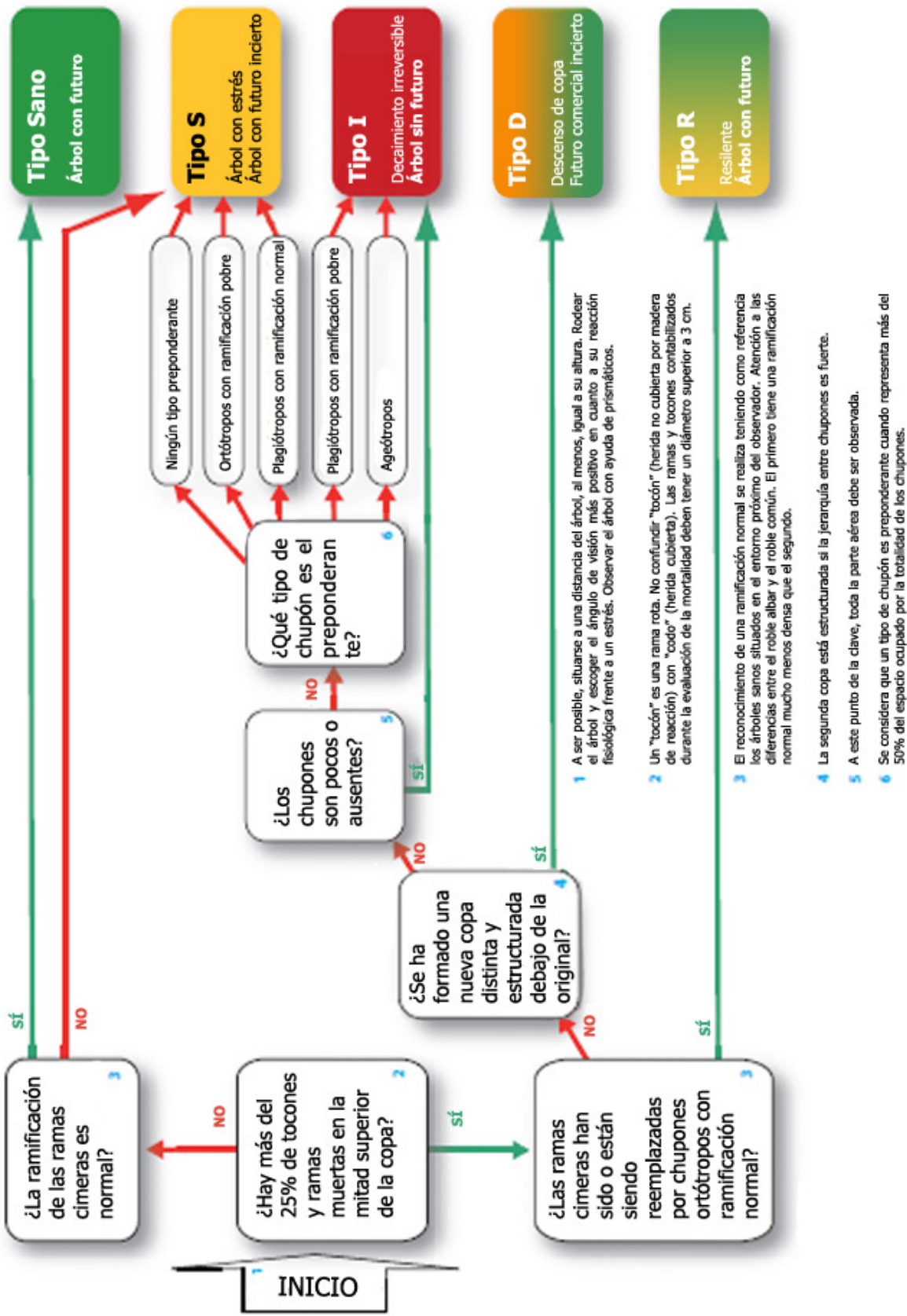
La combinación de cinco descriptores arquitecturales, dos relacionados con las ramas cimeras (mortalidad, ramificación) y tres relativos a los "chupones" (dirección de crecimiento, ramificación y nivel de jerarquía), ha permitido construir una clave de determinación invernal de los diferentes tipos ARCHI. Esta clave ha sido testada y mejorada a lo largo de varias sesiones de formación dirigidas a profesionales forestales. (pág. 6)

A causa de las dificultades de observación, incluso con la ayuda de prismáticos, son muy pocos los caracteres cuantitativos que se pueden tener en cuenta. El diámetro de las ramas y de los tocones de ramas rotas, es el carácter utilizado como umbral arbitrario de mortalidad (tan solo se tendrán en cuenta los ejes superiores a 3 cm de diámetro).

La estimación del tipo de "chupón" preponderante (ortótopo, plagiótopo o ageótopo) se hace en porcentaje al espacio ocupado por la totalidad de los "chupones" (habrá preponderancia si supera el 50%).

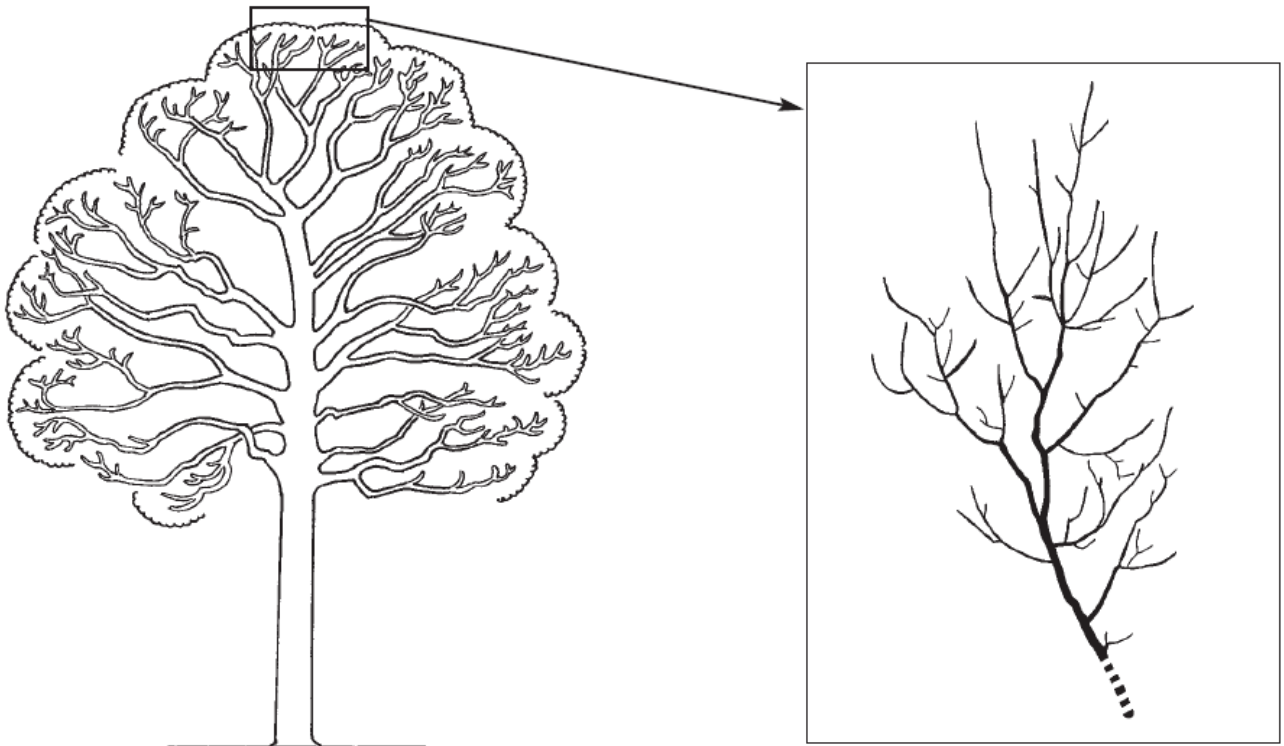
La clave orienta al observador hacia cinco posibles salidas, una por cada tipo ARCHI (Páginas 7 a 11).

Cabe recordar que la clave de determinación de tipos ARCHI no permite identificar las causas del decaimiento, ni explicar las diferencias de comportamiento (resiliencia o mortalidad) de los árboles de una misma población. Ésta permite únicamente predecir el potencial de reacción de los robles en decaimiento. Su utilización necesita de una formación previa sobre el terreno. El tiempo de diagnóstico por árbol es de aproximadamente 3 minutos.



CLAVE DE DETERMINACIÓN INVERNAL DE LOS DIFERENTES TIPOS ARCHI EN ROBLE COMÚN

Tipo ARCHI sano



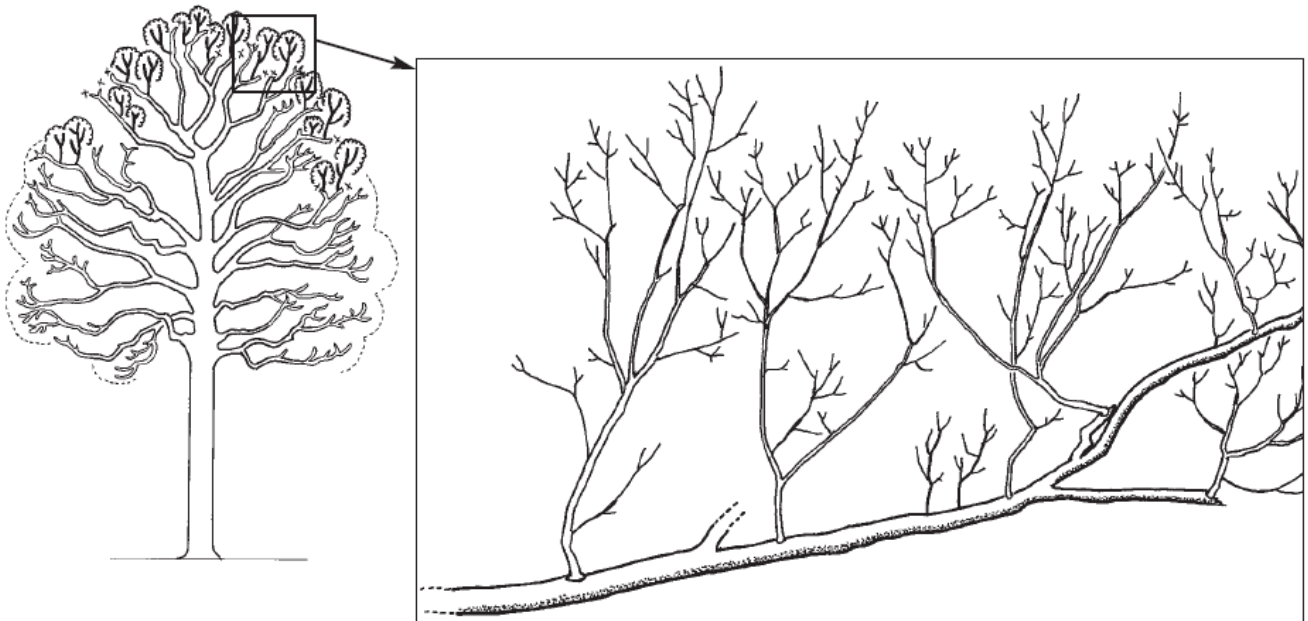
Morfología de un árbol entero y detalle de una rama cimera con ramificación normal.

El **tipo ARCHI sano**: ramificación normal de las ramas cimeras con poca o nula mortalidad en cima.
 El roble sano no ha sufrido ningún estrés reciente suficientemente importante como para provocar una modificación en su arquitectura. Sirve de referencia para el análisis de los otros tipos ARCHI. En ciertas regiones, los sujetos sanos son raros a causa de las condiciones climáticas y silvícolas desfavorables del roble común.
 Observación: El tipo ARCHI sano nunca está desprovisto de "chupones", sobretudo en el caso del roble común. Éstos juegan un papel importante durante los periodos de calor, pues al estar a la sombra, continúan realizando la fotosíntesis, mientras que a pleno sol la actividad foliar se detiene.



Dibujos: Ch. Drénou; fotos: J. Lemaire; CNPF-IDF

Tipo ARCHI R: Resiliente



Morfología de un árbol entero (los "chupones" se representan en línea gruesa) y detalle de una rama portadora de "chupones" ortótropos.

El **tipo ARCHI R** (Resiliente): Las ramas muertas o con ramificación "pobre" han sido o están siendo reemplazadas por "chupones" ortótropos con ramificación normal, y en general estructurados jerárquicamente. En ausencia de un estrés suplementario, el tipo R volverá a ser tipo sano. En cuanto a la anchura de los anillos formados, después de un periodo de decrecimiento, la progresión radial se restablece. Un roble resiliente es potencialmente un árbol con futuro, a condición de que la madera comercial (sin desbastar) sea óptima y que la estación sea apta para producir madera de calidad.



Dibujos, fotos: Ch. Drénou, CNPF-IDF

Tipo ARCHI D: Descenso de copa



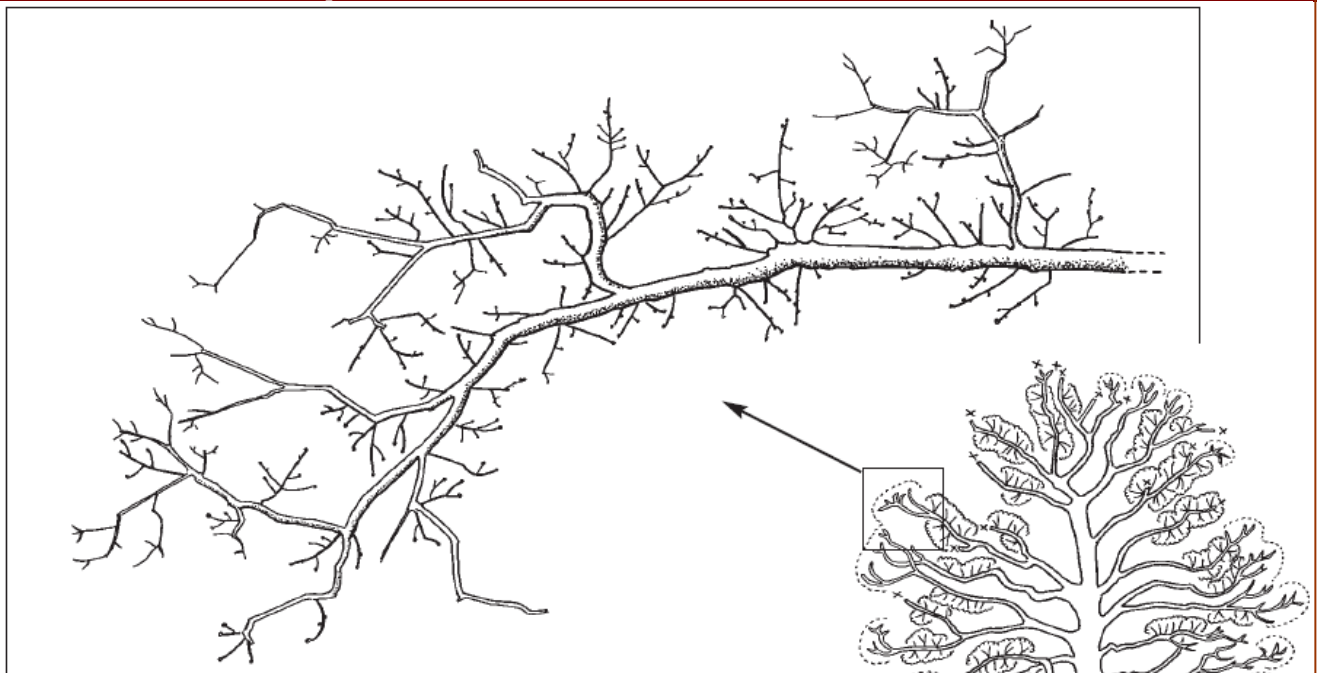
Morfología de un árbol entero (los "chupones" se representan en línea gruesa) y detalle de una rama interna portadora de "chupones" plagiótropos.

El **tipo ARCHI D** (Descenso de copa): el roble presenta ramas muertas en la corona, pero una segunda copa distinta y estructurada se forma por debajo de la original. Ésta, generalmente, está formada por numerosos "chupones" plagiótropos con ramificación normal y con una fuerte estructura jerárquica. EL tipo ARCHI D se encuentra sobretodo en poblaciones poco densas y en medio abierto. La muerte de las ramas cimaras conduce ulteriormente al árbol hacia el tipo sano, pero con una altura menor y, en ocasiones, con un futuro comercial comprometido a causa de los "chupones" eventualmente insertos sobre el tronco.



Dibujos: Ch. Drénou; fotos: J. Lemaire; CNPF-IDF

Tipo ARCHI I: decaimiento Irreversible

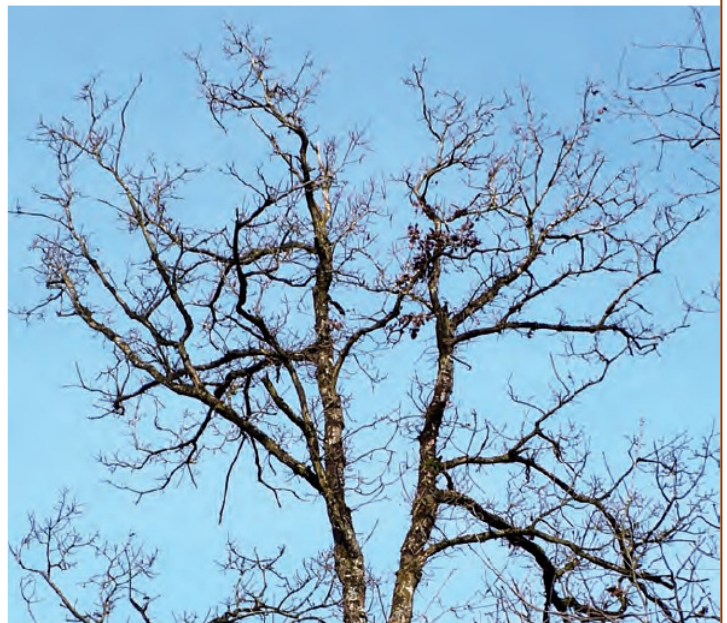


Morfología de un árbol entero y detalle de una rama portadora de "chupones" ageótropos.

El **tipo ARCHI I** (decaimiento Irreversible): en la cima, se constata una mortalidad generalizada, mientras que en el interior de la copa los "chupones" son escasos, o al contrario numerosos, pero difusos y mayoritariamente ageótropos. En ocasiones los "chupones" son plagiótropos, pero en ese caso, su nivel de jerarquía es débil y su ramificación pobre.

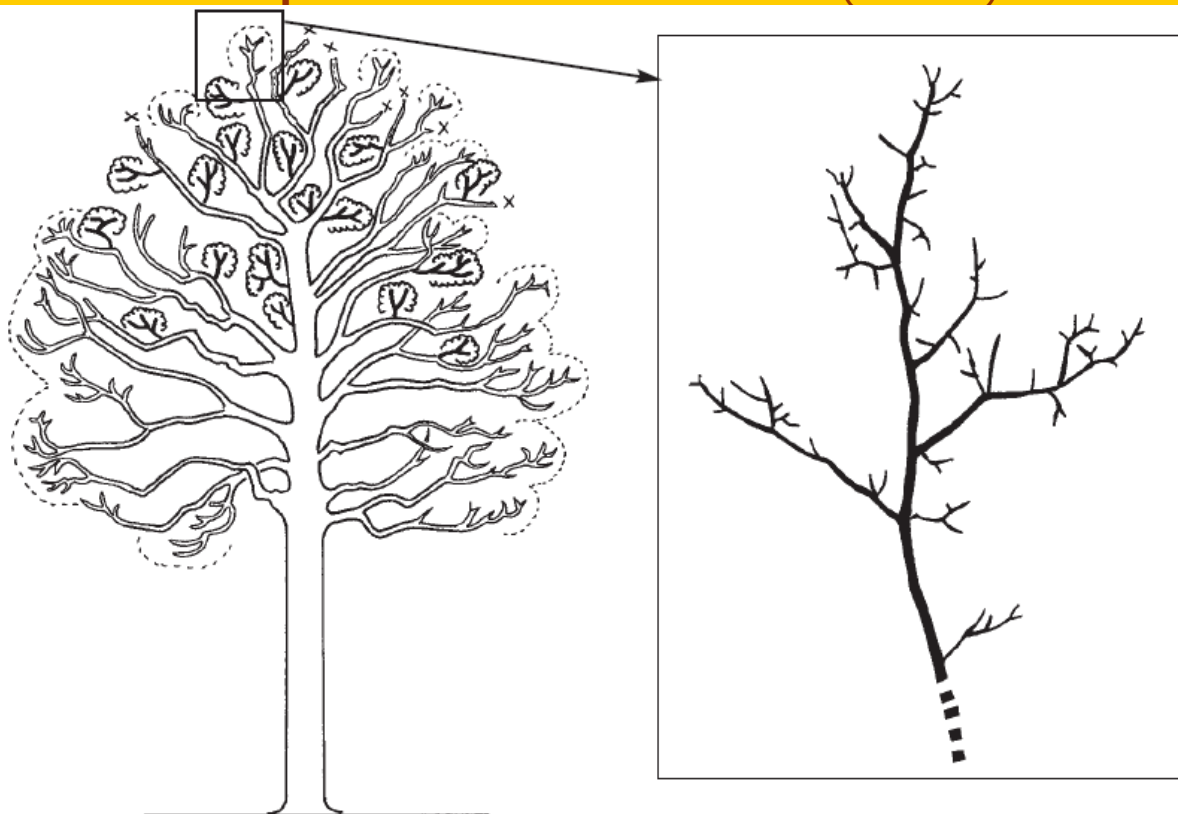
El tipo ARCHI I corresponde a una situación de bloqueo ya que los "chupones" no son capaces de reemplazar las estructuras en decaimiento. Disminución de la masa foliar, decrecimiento de los anillos, reducción de las reservas de carbono; la situación es irreversible, pese a que el árbol sea capaz de mantenerse durante muchos años en este estado de vida ralentizada antes de producirse su muerte.

Un roble de tipo ARCHI I no puede ser seleccionado como árbol con futuro (susceptible de producir madera de calidad).



Dibujos: Ch. Drénou; fotos: J. Lemaire; CNPF-IDF

Tipo ARCHI S: estado de Estrés ("Stress")



Morfología de un árbol entero y detalle de una rama cimera con ramificación pobre. Los "chupones" se representan en línea gruesa. Obsérvese su débil nivel de jerarquía.

El **tipo ARCHI S** (estado de "Stress"): la copa presenta síntomas de decaimiento en la cima (mortalidad y/o ramificación "pobre") así como "chupones", una vez más, sin ningún tipo de jerarquía, pero no es posible pronunciarse sobre el futuro del árbol. Bien porque el estrés ha sido muy reciente, bien porque los cinco descriptores arquitecturales son insuficientes para emitir un pronóstico. A veces el estrés es consecuencia de un estrés anterior, que el roble ha superado, y que repercute por lo tanto sobre los "chupones" ya existentes. En todo caso, será necesario llevar un seguimiento de la evolución de los árboles de tipo ARCHI S antes de establecer un pronóstico.



Dibujos, fotos: Ch. Drénou, CNPF-IDF

Conclusión

El interés del método ARCHI es triple. La lectura de los árboles se realiza en invierno, periodo de observación ideal por no estar cubierto por el follaje del sotobosque forestal. Permitiendo predecir el carácter reversible o irreversible de un decaimiento, la observación de los "chupones" transforma el diagnóstico estático en pronóstico dinámico. Finalmente, el análisis de los anillos de crecimiento demuestra que los descriptores arquitecturales utilizados para el roble común son unos buenos indicadores del estado fisiológico de los árboles. Los resultados obtenidos confirman el papel fundamental de los "chupones" para la supervivencia de los robles en estado de decaimiento. Algunos tienen una verdadera función de "seguro de vida"

Agradecimientos

El proyecto "Los robledales atlánticos frente a los cambios climáticos" ha sido financiado con fondos Europeos, del Estado Francés, así como de las regiones: Normadie, Bretagne, Pays de la Loire, Île-de-France Centre, Poitou-Charentes, Aquitaine y Midi-Pyrénées. Agradecimientos a: Bruno Jacquet (CRPF Centre); Yves Lacouture (CETEF Charente); Arnaud Guyon, Marc Mounier et Jean-Marc Demené (CRPF Poitou-Charentes); Maël Soleau; Christian Weben (CRPF Pays de la Loire); Grégory Sajdak (IDF Toulouse); Laurent Burnel, Alain Cabanettes et Jérôme Willm (INRA Toulouse).

Resumen

Basándose en el análisis arquitectural de más de 350 robles comunes, este estudio identifica cinco arquitecturas, llamadas "tipos ARCHI", que reflejan las dinámicas de reacción de los árboles después de haber sufrido un estrés. Su identificación sobre el terreno se apoya esencialmente en el reconocimiento de tres categorías de "chupones" (ortótropos, plagiótropos y ageótropos), así como en la utilización de una clave de determinación invernal. Este método visual permite distinguir el carácter reversible o irreversible de un decaimiento, y la validez de este diagnóstico ha sido verificada mediante análisis dendrocronológico.

Palabras clave: roble común, decaimiento, resiliencia, arquitectura, dendrocronología.

("chupones" ortótropos y plagiótropos), mientras que otros pueden ser entendidos como un "último aliento" ("chupones" ageótropos).

Este trabajo merece ser continuado en dos direcciones:

- Extender este tipo de análisis arquitectural a otras especies próximas (roble albar y roble pubescente) o lejanas (resinosas).
- Integrar al método ARCHI referencias climáticas y pedológicas con el fin de proponer a los profesionales forestales una herramienta que les permitirá escoger de forma preventiva, los individuos a eliminar mediante aclareo, en lugar de padecer que dicha selección, se realice por parte de los acontecimientos climáticos extremos y los decaimientos que de ellos surjan.

Ese es el reto de la continuación del proyecto "Los robledales atlánticos frente a los cambios climáticos". ■

Bibliographie

- **Bouvier M., 2010** – *Mise en place d'un protocole de pronostic visuel de la capacité de réaction au dépérissement du chêne pédonculé*. Mémoire de fin d'études, ENITA Bordeaux, 90 p.
- **Bréda N., 1998** – *Analyses rétrospectives de la croissance radiale des chênes de la forêt domaniale de la Hart (haut-Rhin)*. Rapport scientifique ONF/INRA, 47 p.
- **Colin F., Fontaine F., Verger S., François D., 2010** – *Gourmands et autres épïcormiques du chêne sessile. Mise en place sur les troncs, dynamique et contrôle sylvicole*. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n° 5. « Sylviculture des chênaies dans les forêts publiques françaises », pp. 45-55.
- **Drénou C., 2009** – *Face aux arbres, apprendre à les observer pour les comprendre*. Ulmer, Paris, 156 p.
- **Fanget G., 1998** – *Etude méthodologique d'appréciation détaillée des symptômes de dommages forestiers sur des placettes de suivi des écosystèmes forestiers et sur quelques massifs dépérissants, pour trois essences feuillues (le chêne sessile, le chêne pédonculé et le hêtre)*. Mémoire de fin d'étude de la FIF-ENGREF, 86 p.
- **Fontaine F., Jarret P., Druelle J.L., 2002** – *Etude et suivi des bourgeons épïcormiques à l'origine des gourmands chez le chêne sessile*. R.F.F., LIV-4 : 337-356.
- **Gauquelin X., coord., 2010** – *Des forêts en crise sanitaire. Guide de gestion*. ONF-IDF, 96 p.
- **Lemaire J., 2010** – *Le chêne autrement. Produire du chêne de qualité en moins de 100 ans en futaie régulière*. Guide technique, CNPF/IDF éd., Paris, 176 p.
- **Lemaire J., Lacouture Y., Soleau M., Weben C., Mounier M., Guyon A., 2010** – *Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques globaux : comprendre et agir*. Forêt-entreprise, IDF édit., Paris, n°191 : 50-53.
- **Pavie A., Bruno E., Dumé G., Drénou C., Lemaire J., Torre F., 2008** – *Guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia*. CETEF-CRPF de Corse, 130 p.
- **Vincke C., 2003** – *Approche éco-physiologique des flux d'eau au sein d'une chênaie pédonculée dépérissante sur sol à régime hydrique alternatif*. Thèse de doctorat. Université Catholique de Louvain, 367 p.