

El eje transversal de crecimiento de cristales de la Asociación Francesa de Cristalografía (AFC) está dirigido por el Comité Francés de Crecimiento de Cristales (CFCC, *Comité Français de Croissance Cristalline*). Está compuesto por representantes de las redes profesionales relacionadas con el crecimiento de cristales y de dos miembros de la junta directiva de la AFC. El CFCC elige a su moderador cada tres años (2018-2021/2021-2024: Matías Velázquez), y sus miembros actuales son:

- Romain Grossier y François Puel (CRISTAL),
  - Claude Sauter y Marie Colmont (junta directiva de la AFC),
  - Yann Le Godec (red de las altas presiones),
  - Monika Spano (IOBCr, IOCG),
  - Philippe Veber y Valérie Dupray (red CRISTECH),
  - Matías Velázquez (red CMDO+, ENCG, IOCG) y Bertrand Ménaert (red CMDO+),
  - Mathis Plapp y Silvère Akamatsu (GDR SAM),
  - Jean-Noël Aqua (GDR PULSE),
  - Wilfrid Prellier (GDR OXYFUN y red RECITAL).
- 
- "[CRISTAL](#)" es la comunidad francesa que se dedica a la investigación sobre la precipitación y la cristalización industriales ;
  - "[red de las altas presiones](#)" es una red del CNRS (60 laboratorios, 280 miembros) especializada en investigaciones avanzadas sobre las altas presiones ;
  - "[IOBCr](#)" es la Organización Internacional de la Cristalización Biológica (20 laboratorios) ;
  - "[red CRISTECH](#)" es una red del CNRS (40 laboratorios, 300 miembros) relacionada con las tecnologías de cristalización y de crecimiento de cristales ;
  - "[red CMDO+](#)" es una red del CNRS (40 laboratorios, 320 miembros) que se dedica a la investigación sobre los cristales, las micro- y nano-estructuras y los dispositivos ópticos ;
  - "[GDR PULSE](#)" (Procesos últimos en epitaxia de los semiconductores) es un consorcio de investigaciones del CNRS (30 laboratorios, 250 miembros) que reúne a los especialistas de los mecanismos fundamentales regulando el crecimiento epitaxial, sus nuevos temas y técnicas emergentes, así como las propiedades y aplicaciones de los sistemas epitaxiales ;
  - "[GDR SAM](#)" (Solidificación de aleaciones metálicas) es un consorcio de investigaciones del CNRS (22 laboratorios, 87 miembros) que se dedica a la ciencia de la solidificación ;

- "[GDR OXYFUN](#)" (Óxidos funcionales: del material al dispositivo) es el consorcio de investigaciones del CNRS (54 laboratorios, 460 miembros) que estudia el depósito de capas delgadas y de súper-redes de óxidos de metales de transición, sus caracterizaciones y integración en dispositivos ;
- "[red RECITAL](#)" (Red de crecimiento por ablación con láser pulsado y instrumentación relacionada) es una red regional (20 laboratorios, 40 miembros) para los usuarios de técnicas de depósito con láseres pulsados y instrumentación relacionada aplicadas al crecimiento de capas delgadas cristalinas.

Dentro del eje transversal de crecimiento de cristales de la AFC, el CFCC tiene como objetivos:

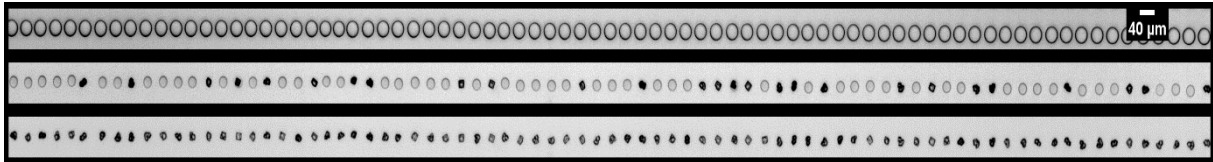
- dar visibilidad internacional a las redes y comunidades francesas relacionadas con el crecimiento de cristales, tanto en instituciones científicas nacionales como internacionales, como la [Organización Internacional de Crecimiento de Cristales](#), la [Red Europea de Crecimiento de Cristales](#), la [Unión Internacional de Cristalografía](#) y su [Comisión de Crecimiento de Cristales y de Caracterización de Materiales](#) ;
- organizar acontecimientos científicos nacionales o internacionales, y coordinar muchas iniciativas (talleres, escuelas, acciones nacionales de formación, jornadas temáticas, etc.), en lo que concierne al crecimiento de cristales y caracterizaciones relacionadas.

Desde su creación, el CFCC se ha comprometido en la organización conjunta con la *Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung* (DGKK, *AK Optische Kristalle*), del workshop franco-alemán anual sobre los cristales para láseres, dieléctricos y óxidos, [WODIL](#). Sus miembros también se han movilizado para organizar y animar la Tercera Escuela Europea de Crecimiento de Cristales ([ESCG3](#)) y la Séptima Conferencia Europea de Crecimiento de Cristales ([ECCG7](#)) que tuvo lugar en París en julio de 2022.

El eje transversal de crecimiento de cristales de la AFC no solamente abarca actividades de crecimiento de materiales monocristalinos en volumen, sino además incluye muchas ramas científicas y tecnológicas tales como:

- Fundamentos de nucleación y crecimiento de cristales: teoría, modelización y experimentos diseñados para aprender los conceptos básicos de nucleación y crecimiento de cristales; Termodinámica de interfaces; Simulación y practica del

crecimiento, situación actual y perspectivas futuras de posibilidades y limitaciones de la simulación numérica para predicciones en crecimiento de cristales; Medidas de propiedades fisicoquímicas de líquidos relacionados con el crecimiento de cristales.



**Medidas estadísticas del tiempo de inducción para estudiar la nucleación: seguimiento temporal de gotas salinas cuya volatilización conduce a la nucleación y al crecimiento de un cristal único en cada gota ([R. Grossier/R. Morin/S. Veessler – CINaM](#)).**

- Crecimiento de cristales masivos: mecanismos de cristalización, inestabilidades morfológicas, inestabilidades en el crecimiento; Tecnologías de crecimiento y control de procesos; Desarrollo de nuevos métodos y enfoques de crecimiento de cristales masivos.

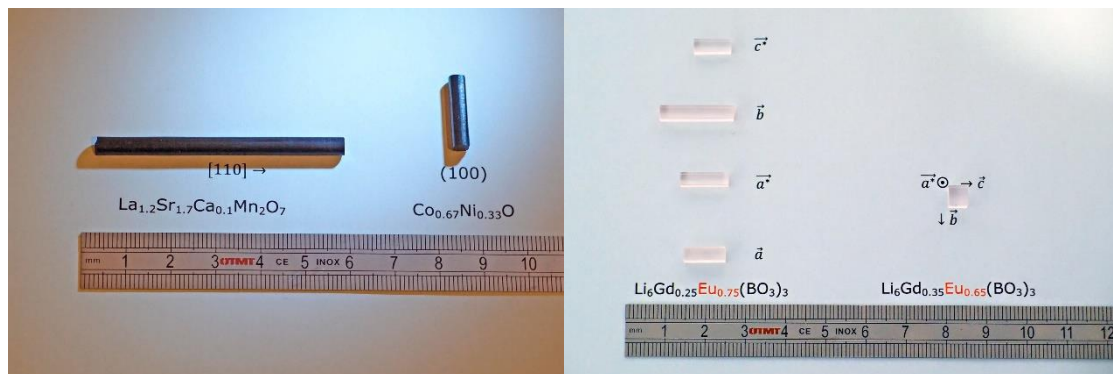


**Horno "Tri-arcs" para experimentos de crecimiento de cristales por el método Czochralski.**

- Superficies, interfaces, crecimiento epitaxial, capas delgadas: estructura y propiedades de interfaces sólido-vapor, sólido-líquido y sólido-sólido y morfología de superficie; Aspectos físicos, químicos y tecnológicos de la formación de capas delgadas y crecimiento epitaxial; Ciencia de interfaces de los defectos superficiales,

y agentes tensoactivos; Evolución del estrés durante el crecimiento; estabilidad morfológica.

- Defectos estructurales y impurezas en materiales cristalinos: mecanismos de formación de los defectos en los cristales; Investigaciones de la química de cristales, de estructuras cristalinas, de propiedades físicas basadas en defectos estructurales; Defectos de volumen o superficiales.
- Crecimiento y caracterización de nanoestructuras, sistemas reducidos y de baja dimensionalidad: síntesis de nanopartículas, puntos cuánticos, nanohilos, nanotubos, y otras estructuras de baja dimensionalidad; Materiales para fabricación aditiva; Fabricación precisa de estructuras a tamaño nanométrico por litografía, autoensamblaje, síntesis química; Aplicaciones en las esferas de la conversión y el almacenamiento de la energía, magnetismo, optoelectrónica, computación cuántica, sistemas nanoelectromecánicos y electrónica de semiconductores.
- Cristalización de materiales inorgánicos: crecimiento de materiales inorgánicos avanzados; Cristalización en sistemas sólido-vapor, sólido-líquido y sólido-sólido; Estructura cristalina y propiedades físicas; Mesocristales y sistemas coloidales.

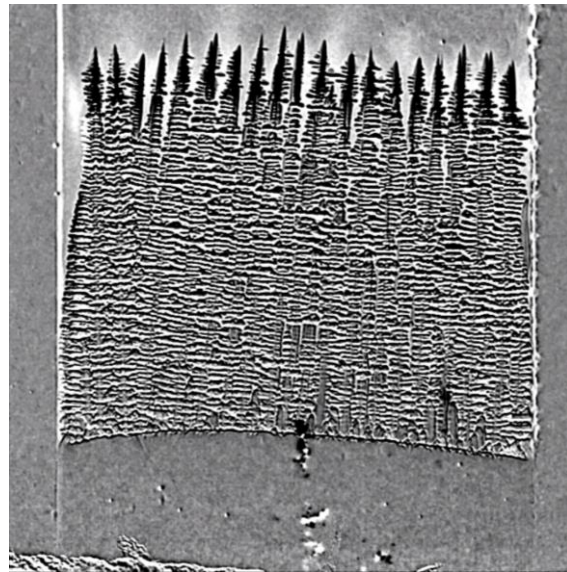


**Varios monocristales de óxidos de metales de transición crecidos por fusión de zona vertical en un horno a calentamiento óptico (izquierda), o por el método Czochralski (derecha), orientados por el método Laue y cortados orientados (M. Velazquez – LPCES ; R. Belhoucif/P. Veber/M. Velazquez – ICMCB).**

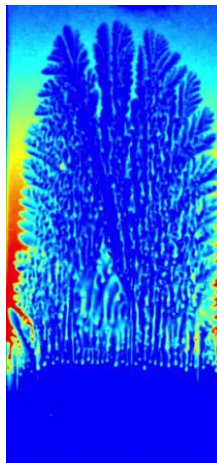
- Cristalización de sistemas orgánicos y biológicos: avances en crecimiento de cristales orgánicos, macromoleculares y biomoleculares; Materiales cristalinos poliméricos y proteínicos; Avances actuales en biomineralización, cristalización

macromolecular, crecimiento cristalino de proteínas y síntesis de materiales bioinspirada; Biomiméticos, y aprendiendo de la naturaleza como crecer cristales orgánicos y biomacromoleculares.

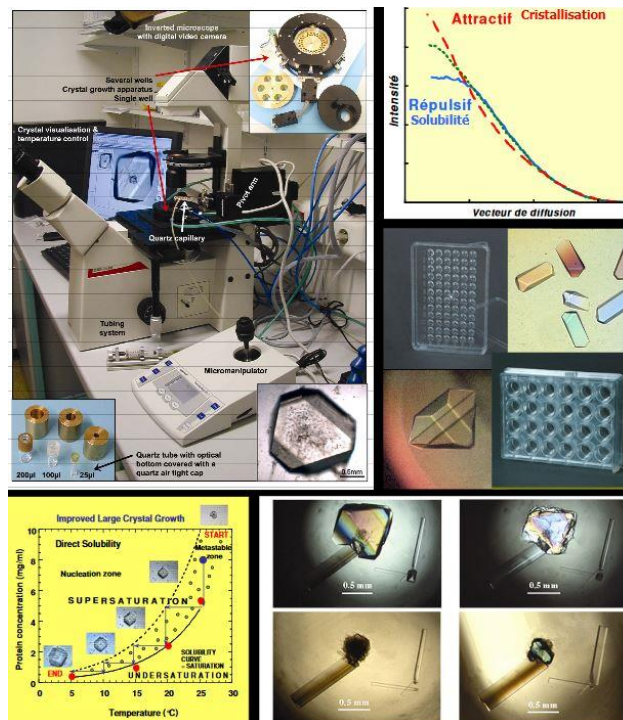
- Cristalización industrial, tecnologías y control de procesos industriales: cristalización para aplicaciones industriales; Nuevos equipos y tecnologías, innovaciones logradas en esta década en lo que concierne a la cristalización industrial; Cristalización de alimentos, de cosméticos y farmacéutica; Preparación de cristales: limpieza, tallado, pulido, estructuración y dar forma.
- Nuevos materiales y estructuras: nuevos materiales y estructuras con propiedades mejoradas o específicas y/o aplicaciones recién diseñadas; Estructuras híbridas orgánicas y inorgánicas; Aplicaciones en las esferas de la conversión y el almacenamiento de energía, magnetismo, optoelectrónica, computación cuántica, sistemas nanoelectromecánicos y electrónica de semiconductores.
- Nuevos métodos y técnicas de crecimiento de cristales: crecimiento de cristales en diversos campos externos y condiciones extremas – campos eléctricos, campos magnéticos, hiper- y micro-gravedad, radiación, vibración, baños ultrasónicos, alta presión, tensión mecánica y/o térmica, etc.; Tecnologías de punta de crecimiento.
- Adelantos en métodos de observación y caracterización: métodos de seguimiento *in situ* y de control, y análisis de las propiedades químicas, estructurales y físicas de los cristales; Microscopía, espectroscopia, topografía, dispersión y otras técnicas de caracterización; Recientes avances en métodos de seguimiento *in situ*.



**Crecimiento dendrítico columnar y flujo, por solidificación dirigida, de una superaleación basada en níquel (CMSX-4), observada por radiografía *in situ* de rayos X (espesor de la masa 8 mm) ([IM2NP/Safran](#)).**



**Crecimiento dendrítico columnar de Al-Cu (4% en peso) y cuantificación del contenido en Cu, observado *in situ* por rayos X (espesor de la masa 6 mm) ([IM2NP](#)).**



**Investigaciones por microscopio óptico de cristales creciendo en solución.**

En las investigaciones abarcadas por el eje transversal de crecimiento de cristales de la AFC, se trata de prácticamente todos los tipos de materiales:

- Semiconductores III-V (crecimiento epitaxial y de cristales masivos);
- Semiconductores del grupo IV (los progresos más recientes en crecimiento de semiconductores del grupo IV, como Si, Ge y SiGe);
- Materiales bidimensionales (crecimiento y aplicación del grafeno y otros materiales 2D);
- Materiales II-VI y óxidos (crecimiento de HgCdTe, ZnSe, ZnO y CdTe, así como otros materiales II-VI y óxidos);
- Materiales para la espintrónica (crecimiento de materiales espintrónicos incluidos semiconductores magnéticos diluidos, óxidos y metales);
- Materiales para dispositivos ópticos (crecimiento de cristales y caracterización de materiales para dispositivos ópticos como los láseres, la óptica no lineal, células solares, materiales magnetoópticos, y demás);
- Materiales para dispositivos electrónicos (preparación y caracterización de materiales avanzados);

- Materiales para dispositivos orgánicos y bioaplicaciones (materiales funcionales y dispositivos para la electrónica orgánica y bioaplicaciones. Crecimiento de capas delgadas, autoensamblaje y autoorganización);
- Semiconductores nitruros (progresos recientes y delineando orientaciones futuras en la esfera de los sustratos masivos y crecimiento de capas delgadas de III-nitruros);
- Carburo de silicio (avances tecnológicos y científicos en la esfera del SiC y materiales relacionados como el diamante);
- Materiales ferroeléctricos, piezoeléctricos, dieléctricos, incluidos los materiales sin plomo;
- Materiales quirales, sobre todo materiales multiferróicos;
- Cristales para los detectores bolométricos centelleadores a las temperaturas criogénicas;
- ...



**Crecimiento de un cristal de  $\text{Li}_6\text{Eu}(\text{BO}_3)_3$  por fusión de zona vertical en un horno a calentamiento óptico (R. Belhoucif/M. Velazquez – ICMCB).**