

Inici > El projecte CoEC, coordinat pel BSC, avança en la demostració del rendiment dels e-combustibles mitjançant l'ús de superordinadors

---

## El projecte CoEC, coordinat pel BSC, avança en la demostració del rendiment dels e-combustibles mitjançant l'ús de superordinadors

El Center of Excellence in Combustion ha facilitat el desenvolupament de programari i metodologies per impulsar el disseny de la propera generació de turbines d'hidrogen per a la producció d'energia i la propulsió d'aviació



Utilitzant tecnologies de supercomputació de vanguardia, científics de la Unió Europea i del Regne Unit estan aconseguint avenços notables en la facilitació del desplegament de combustibles sostenibles per al futur. Els seus esforços col·laboratius, liderats pel Center of Excellence in Combustion (CoEC), projecte coordinat pel Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), es centren en l'ús de tecnologies avançades de modelització i simulació per estudiar la combustió de combustibles sostenibles i noves tecnologies de combustió. El seu objectiu és transformar els sectors energètic i de transport d'Europa, fomentant la creació de la pròxima generació de combustibles ecològics.

Abordant reptes en la combustió computacional, el projecte CoEC ha aconseguit resultats innovadors en els darrers tres anys. Format per un consorci de 11 institucions, inclosos centres de supercomputació, laboratoris i universitats, el CoEC va ser coordinat pel BSC per aplicar tecnologies de computació d'exascala per promoure i desenvolupar programari de simulació avançat que recolzi els objectius de descarbonització de la Unió Europea en els sectors energètic i de transport.

Les raons d'aquest esforç col·lectiu han estat substancials. La indústria del transport és responsable del 20% de les emissions mundials de CO<sub>2</sub>, la qual cosa la converteix en el segon major contribuent a la contaminació carboni del món, segons l'Agència Internacional d'Energia (IEA). És per això que, en la COP28 al novembre de 2023 als Emirats Àrabs Units, prop de 200 països van acordar una transició "lluny dels combustibles fòssils en els sistemes energètics de manera justa, ordenada i equitativa, accelerant l'acció en aquesta dècada crítica per aconseguir zero net per al 2050 en consonància amb la ciència".

"CoEC va ser impulsat principalment per la necessitat de transició energètica, i està alineat amb els objectius de descarbonització europeus, que tracten problemes fonamentals plantejats a la nostra comunitat, com la necessitat de nous combustibles i com aquests combustibles es desempenyen en diversos sistemes. A més, CoEC va explorar qualsevol possible modificació necessària perquè els motors actuals els utilitzin de manera més eficient", ha afirmat Daniel Mira, coordinador de CoEC i investigador sènior al BSC. El projecte també ha abordat aplicacions innovadores, centrant-se particularment en el disseny de sistemes de combustió, amb un èmfasi principal en la utilització d'hidrogen en diversos sectors.

"Creo que la ciència de la combustió pot ajudar a produir noves tecnologies de propulsió i energia", ha explicat Epaminondas Mastorakos, líder de l'equip de CoEC i professor Hopkinson/ICI de Termoàtica Aplicada a la Universitat de Cambridge.

## **Pròxima generació de turbines d'hidrogen**

Els investigadors involucrats en el projecte han aconseguit resultats notables, destacant un avanç significatiu relacionat amb la combustió d'hidrogen.

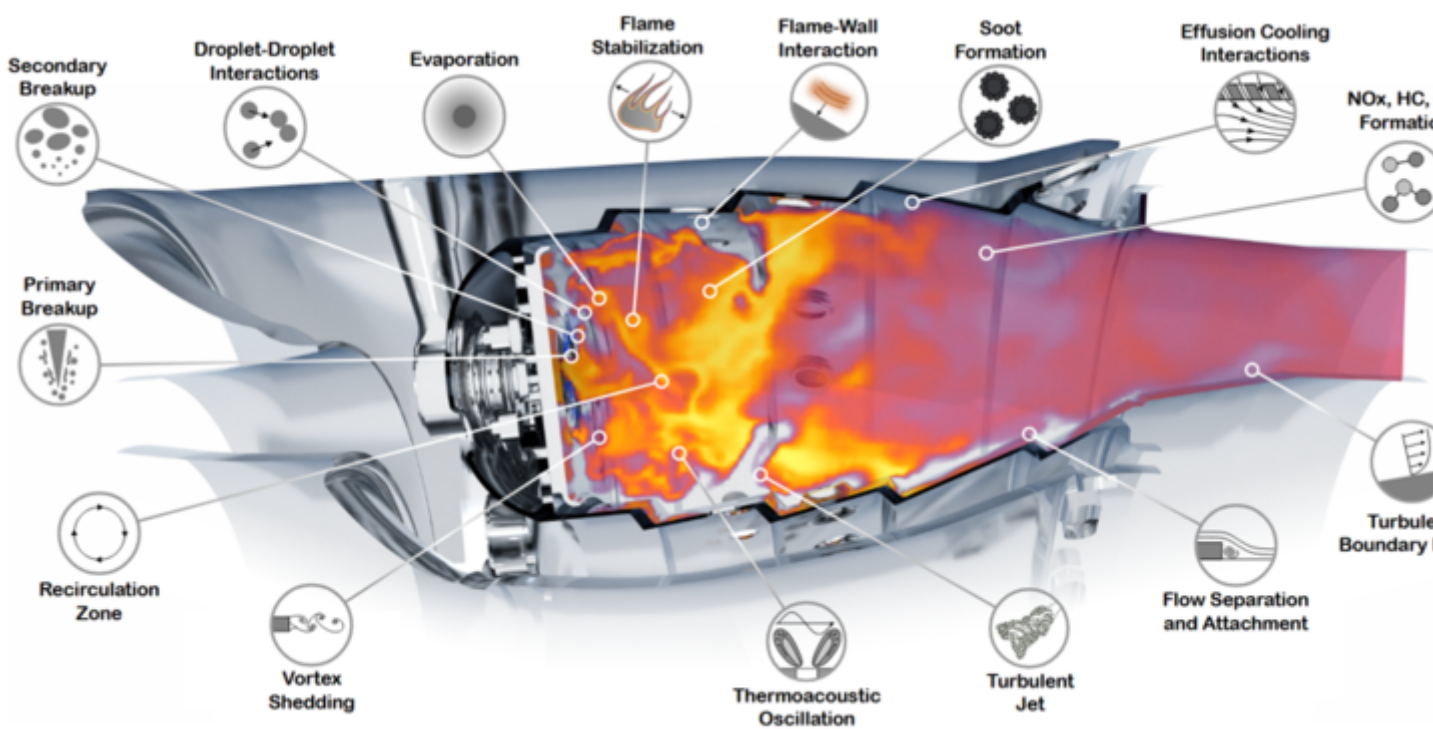
La introducció de nous combustibles, com l'hidrogen o el combustible d'aviació sostenible, pot reduir significativament les emissions relacionades amb el carboni, assolint zero net en el cas de la combustió d'hidrogen. Per exemple, es van realitzar simulacions d'alta fidelitat per explorar la combustió d'hidrogen utilitzant un model de càmera de combustió de turbina de gas a escala de laboratori que havia estat caracteritzat experimentalment a la TU Berlin. Els resultats numèrics d'aquestes simulacions van contribuir a comprendre les característiques principals de la flama i les principals vies químiques per a la formació de NO<sub>x</sub>, llançant llum sobre els seus mecanismes d'estabilització i revelant informació sobre la resistència de la flama. Al llarg d'aquest viatge, el projecte CoEC també ha facilitat el desenvolupament de diverses metodologies i programari per ajudar els socis industrials a dissenyar la pròxima generació de turbines d'hidrogen per a la generació d'energia i la propulsió d'aviació. Aquestes eines també poden recolzar el funcionament i l'optimització de parcs eòlics i millorar l'eficiència dels reactors químics.

## **Emissions de carboni zero net**

Un altre avanç clau està associat amb la transició del sector de l'aviació a emissions de carboni zero net. En la recerca d'emissions de carboni zero net en el sector de l'aviació, aquest avanç implica comprendre la formació de carbonissa en els motors d'avió, ja que l'emissió d'aquestes nanopartícules de carboni representa riscos tant per a la salut humana com per al medi ambient. Els esforços col·laboratius entre BSC i TU/e, RWTH Aachen, TU Darmstadt, ETH Zurich i AUTH van realitzar estudis numèrics de formació de carbonilles en càmeres de combustió a escala de laboratori, combinant simulacions i mesures experimentals per esbrinar els mecanismes que governen les emissions de carbonissa i realitzant Simulacions Numèriques Directes que poden proporcionar una comprensió fonamental de la formació de carbonissa en aplicacions pràctiques. Els resultats numèrics guien el desenvolupament d'estratègies de mitigació, oferint informació valuosa per optimitzar el funcionament del cremador i limitar l'emissió de partícules de carbonissa.

A més, CoEC ha estat pionera en el desenvolupament de codis de computació d'alt rendiment per explorar la combustió de pols de ferro i hidrogen. Aquest combustible cíclic i lliure de carboni té el potencial d'emmagatzemar i transportar energia renovable, i comprendre a fons la seva combustió és crucial per al desenvolupament de la tecnologia de cremadors. Les simulacions de la combustió de partícules de ferro en els codis de CoEC han proporcionat informació sobre les flames de pols de ferro, obrint pas per simular la combustió de pols de ferro en aplicacions industrials. Abordant amb èxit el complex repte de predir les emissions de contaminants de carbonissa, que implica intricats processos de múltiples fases i mecanismes fisicoquímics, aquesta recerca té implicacions significatives per al desenvolupament de motors d'avió de baixa emissió, especialment aquells propulsats per Combustibles d'Aviació Sostenible (SAF).

"Per evitar l'emissió d'òxids de carboni, la solució més directa és utilitzar combustibles que no continguin carboni", ha explicat la Dra. Bénédicte Cuenot, líder del grup de recerca en combustió a CERFACS, França. CERFACS ha desenvolupat programari avançat i altament paral·lelitzat per simular numèricament la combustió turbulenta i la transferència de calor (inclosa la radiació tèrmica) en sistemes industrials. Segons la Dra. Cuenot, aquests combustibles han de ser fàcilment accessibles i fàcils de cremar; l'hidrogen, l'amoni i les pols metàl·liques estan entre els candidats més prometedors. "No obstant això, la seva implementació requereix l'adaptació de tots els sistemes industrials. Això es pot aconseguir mitjançant simulacions numèriques, que s'han tornat essencials per fomentar la innovació", ha afegit Bénédicte Cuenot.



# Simulacions a escala d'exaescala

Un altre resultat emocionant del projecte està connectat amb la visualització de l'enorme quantitat de dades de simulacions a escala d'exaescala de nekCRF. Els superordinadors d'exaescala són les computadores d'alt rendiment més potents disponibles avui en dia. Un sistema d'aquest tipus, anomenat JUPITER, es construirà a Europa encara en 2024 i estarà allotjat al Centre de Supercomputació de Jülich (JSC), Alemanya. Tots els superordinadors d'exaescala utilitzen GPU per a la major part del seu rendiment, en contrast amb els sistemes a escala de petes que utilitzen CPU per a la major part del seu rendiment. Simplement optimitzar el codi desenvolupat per a sistemes de CPU perquè s'executi eficientment en GPU sovint és impossible. Per tant, s'han de desenvolupar nous codis de simulació, la qual cosa és altament no trivial per a simulacions complexes com aplicacions de combustió.

Diversos socis de CoEC, com ara ETHZ, AUTH i FZJ, han habilitat el solucionador de flux reactiu nekCRF, dissenyat per aprofitar al màxim les darreres GPU. nekCRF permet calcular aplicacions de combustió complexes amb graus de llibertat sense precedents que acceleren significativament el temps fins a una solució. S'ha posat un enfocament particular en optimitzar nekCRF per al maquinari de la primera supercomputadora a escala d'exaescala d'Europa, JUPITER, per permetre una de les simulacions de combustió més grans del món i la més gran d'Europa. Utilitzant el marc nekRS, nekCRF també se'n beneficia d'altres desenvolupaments de CoEC, com el nostre nou pipeline per a visualització en trànsit. Aquest pipeline de visualització ajuda a gestionar l'enorme quantitat de dades de simulacions a escala d'exaescala i va ser reconegut recentment amb el Premi al Millor Article a ISAV23 durant la Conferència de Supercomputació 2023.

"La simulació s'ha convertit en el tercer pilar científic juntament amb la teoria i l'experiment. Estem just al principi del desenvolupament de turbines aeronàutiques de gas d'hidrogen", ha indicat Christian Hasse, professor del Departament d'Enginyeria Mecànica de la Universitat de Tecnologia de Darmstadt, Alemanya, i un dels líders de l'equip de CoEC. "La combinació d'experiments únics i, particularment important per a CoEC, la computació d'alt rendiment, proporciona informació sobre processos de combustió que eren impensables fa deu anys", conclou Hasse.

## El CoEC

CoEC és un esforç col·lectiu per explotar tecnologies de computació d'exaescala per abordar reptes fonamentals relacionats amb la simulació de sistemes de combustió, el que tindrà un impacte positiu en els objectius de descarbonització de la UE. Coordinat pel Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) i dotat amb un pressupost de més de €5,6 milions per part de la Comissió Europea, el projecte es va dur a terme del 1 d'octubre de 2020 al 30 de desembre de 2023, amb la seva presentació final a finals de febrer.

Altres socis del consorci inclouen institucions líders en els camps de la combustió computacional i la computació d'alt rendiment, com el [Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique \(CERFACS\)](#), [RWTH Aachen University](#), [Eindhoven University of Technology](#), [University of Cambridge](#), [Centre National de la Recherche Scientifique \(CNRS\)](#), [Technical University of Darmstadt](#), [ETH Zürich](#), [Aristotle University of Thessaloniki](#), [Forschungszentrum Jülich \(FZJ\)](#) i el [National Center for Supercomputing Applications](#).

*The CoEC project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the grant agreement N° 952181.*

Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación

---

**Source URL (retrieved on 16 Mar 2025 - 23:08):** <https://www.bsc.es/ca/noticies/noticies-del-bsc/el-projecte-coec-coordinat-pel-bsc-avan%C3%A7a-en-la-demostraci%C3%B3-del-rendiment-dels-e-combustibles>