COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS PER LE APPLICAZIONI AEROSPAZIALI

Storicamente il settore aerospaziale è stato uno dei primi campi scientifici in cui le simulazioni numeriche sono state applicate con successo. Infatti molti ambiti (flussi ipersonici, accensione di razzi a stato solido) necessitano di informazioni che difficilmente possono essere raccolte negli esperimenti, i quali sono per di più costosi e pericolosi. In questo campo ci sono più di 40 anni di codici e di esperienze numeriche accumulati, da integrare, gestire e mantenere. L'elevato interesse ingegneristico applicativo richiede attenzione all'ottimizzazione dei *workflow* utili a pilotare i processi di progettazione e *assessment* di prodotto.

Offerta

Il CASPUR è in grado di fornire per la comunità aerospaziale un'ampia serie di competenze, dall'ottimizzazione dei codici alla loro parallelizzazione, dalla conoscenza dei principali modelli di turbolenza e dei principali schemi numerici fino all'utilizzo efficace dei principali codici di comunità (per esempio OpenFoam e Salomé) e degli strumenti più utilizzati per la visualizzazione e l'analisi dei dati (Visit e Paraview). Queste competenze sono necessarie per seguire tutto il *workflow*, dalla pianificazione iniziale delle simulazioni fino alla fruizione dei dati prodotti.

Il CASPUR fornisce anche supporto alle comunità di ricerca, offrendo servizi di collaborazione *on-line* (per esempio wiki, *mailing list*, e strumenti per la gestione di codici) e di condivisione di dati di simulazione.

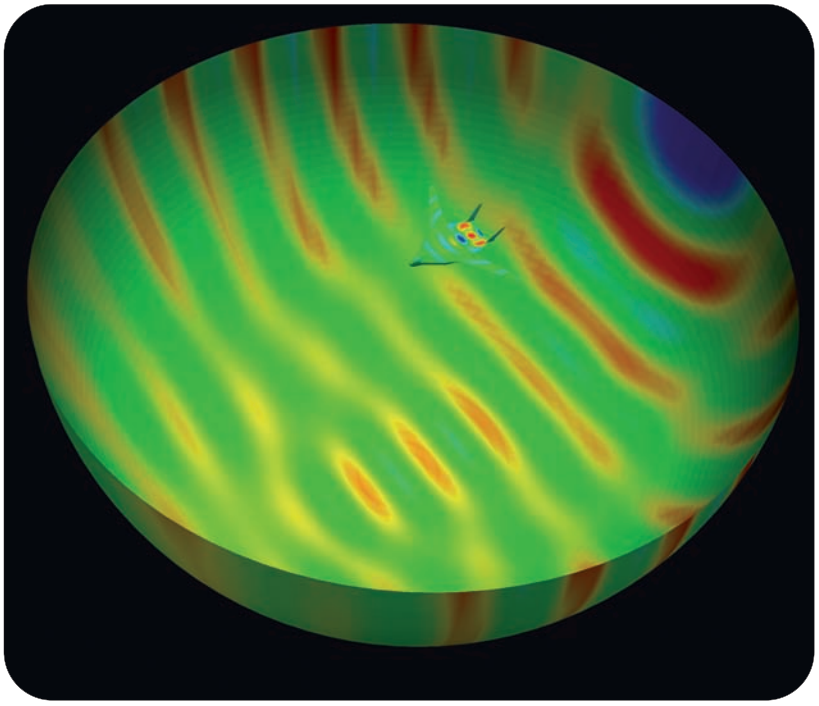

Fig. 1 *Effetto di schermatura del rumore di una configurazione "blended-wing-body" per un aereo da trasporto a lungo raggio.*

Collaborazioni

In questo campo il CASPUR collabora a diversi progetti, tra i quali:

Flussi ipersonici (Dott. M. Bernardini, Prof. Pirozzoli), il cui obiettivo è la simulazione diretta di flussi turbolenti ad alti numeri di Mach (2.3), volta a realizzare un *database* di flussi per la modellistica della turbolenza lontano dall'equilibrio statistico.

Transiente di accensione di un razzo (Prof. B. Favini, Dott. S. Zaghi), per la simulazione numerica di endoreattori a propellente solido durante il transitorio di accensione. Uno degli scopi dell'attività è la comprensione e l'eliminazione delle cause di *shock* meccanici indotti dal processo di accensione sul *payload* di vettori per il posizionamento di satelliti in orbita.

Aereoacustica (Prof. U. Iemma), che si prefigge di migliorare le tecniche numeriche e semplificare il *workflow* di *assessment* delle emissioni acustiche di aeromobili, treni ed autoveicoli. La riduzione delle emissioni acustiche è ritenuta uno degli elementi fondamentali della riduzione dell'impatto ambientale dei mezzi di trasporto, sia per ragioni di efficienza energetica, perché tali

emissioni costituiscono una dispersione di energia non trascurabile nel bilancio totale, sia per migliorare la qualità della vita della popolazione residente in aree interessate dal passaggio dei veicoli.

Flussi in turbopompe (Prof. M.V. Salvetti), il cui obiettivo è la simulazione del flusso all'interno di una turbopompa e dei fenomeni di cavitazione che causano la perdita di prestazioni del motore e significative inefficienze energetiche.

Analisi dell'accensione dell'n-eptano in regime di Coefficiente di Temperatura Negativo (NTC) (Dott. A. Viggiano, Prof. V. Magi), progetto in cui si sta utilizzando un modello cinetico più dettagliato di quelli adoperati finora, mirando alla comprensione dei fenomeni fluidodinamici che influenzano profondamente l'efficienza energetica e l'impatto ambientale dei generatori a combustione.

Risultati

I lavori prodotti al CASPUR hanno avuto notevole impatto nella comunità scientifica, come dimostrato dalle numerose pubblicazioni, e molti degli studi intrapresi continueranno nel 2010. Tra le attività di Aeroacustica, è stata svolta la validazione modellistica e delle prestazioni del codice *open-source* AcouSTO (http://acousto.sourceforge.net), sviluppato dall'Università di Roma Tre, che in futuro sarà disponibile anche in forma di macchina virtuale "chiavi in mano", integrata con altri software di comunità, per fornire un ambiente di immediata utilizzazione. La comunità italiana LES-in-Italy dei ricercatori interessati alla Large Eddy Simulation (LES) ha trovato un punto di aggregazione nei servizi di collaborazione *on-line* offerti dal Consorzio.

Bibliografia essenziale

Salvetti, M.V., *et al.* An implicit low-diffusive HLL scheme with complete time linearization application to cavitating barotropic flows.

Viggiano, A., *et al.* Exploring the Effect of Fluid Dynamics and Kinetic Mechanisms on n-Heptane Autoignition in Transient Jets. *Combustion and Flame*, 328-40.

Zaghi, S., *et al.* Comparison between different pressurant gases for Ignition transient of P80 SRM 45th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit.

Pirozzoli, S., Bernardini, M., Grasso, F. (2008). Characterization of coherent structures in a supersonic turbulent boundary layer. *J. Fluid Mech.* ***613***, 205–31.

Giorgio Amati
Gruppo di Fluidodinamica e Fisica del CASPUR
g.amati@caspur.it

Michela Botti
Gruppo di Fluidodinamica e Fisica del CASPUR
m.botti@caspur.it

Federico Massaioli
Gruppo di Fluidodinamica e Fisica del CASPUR
f.massaioli@caspur.it

Francesco Salvadore
Gruppo di Fluidodinamica e Fisica del CASPUR
f.salvadore@caspur.it