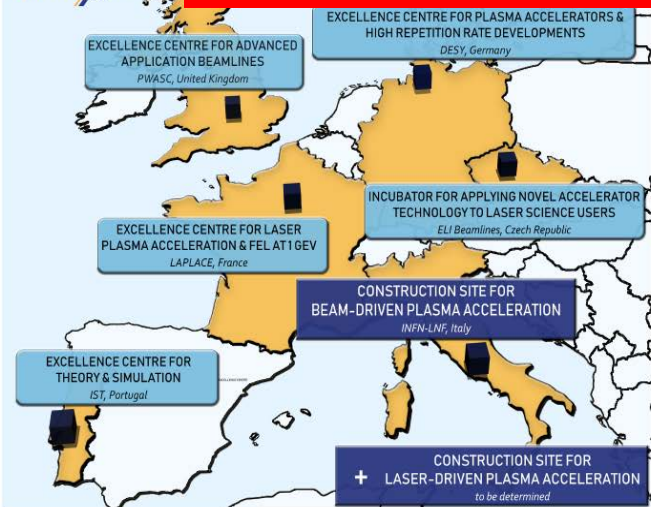


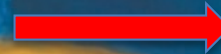
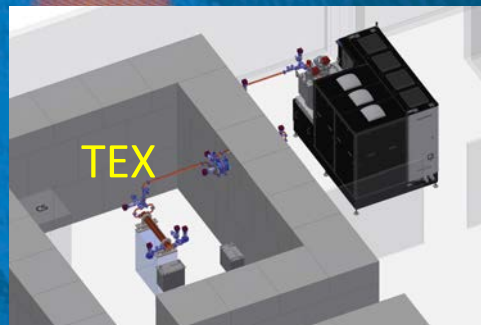
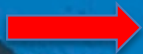
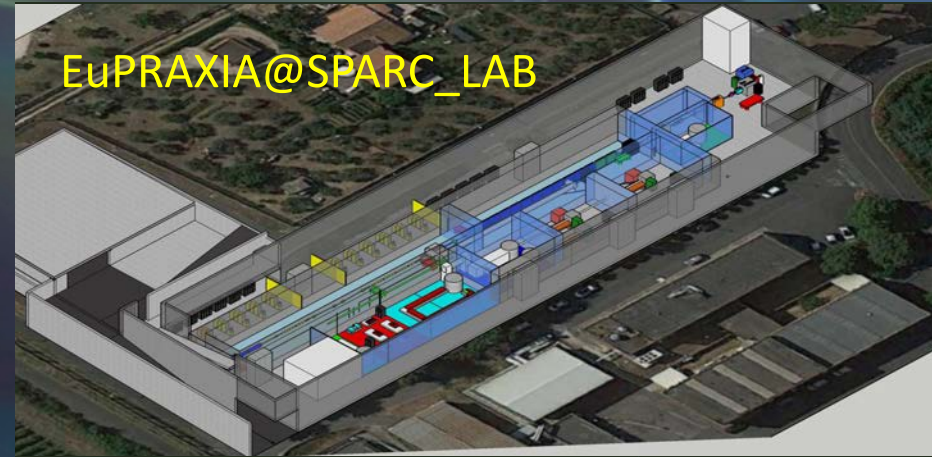
EuPRAXIA: stato e sviluppi

Massimo.Ferrario@LNF.INFN.IT

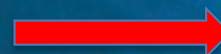
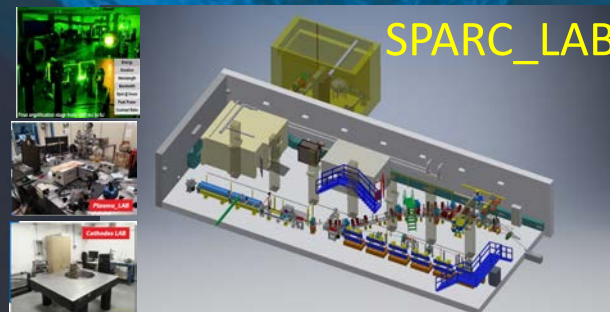




EuPRAXIA@SPARC_LAB

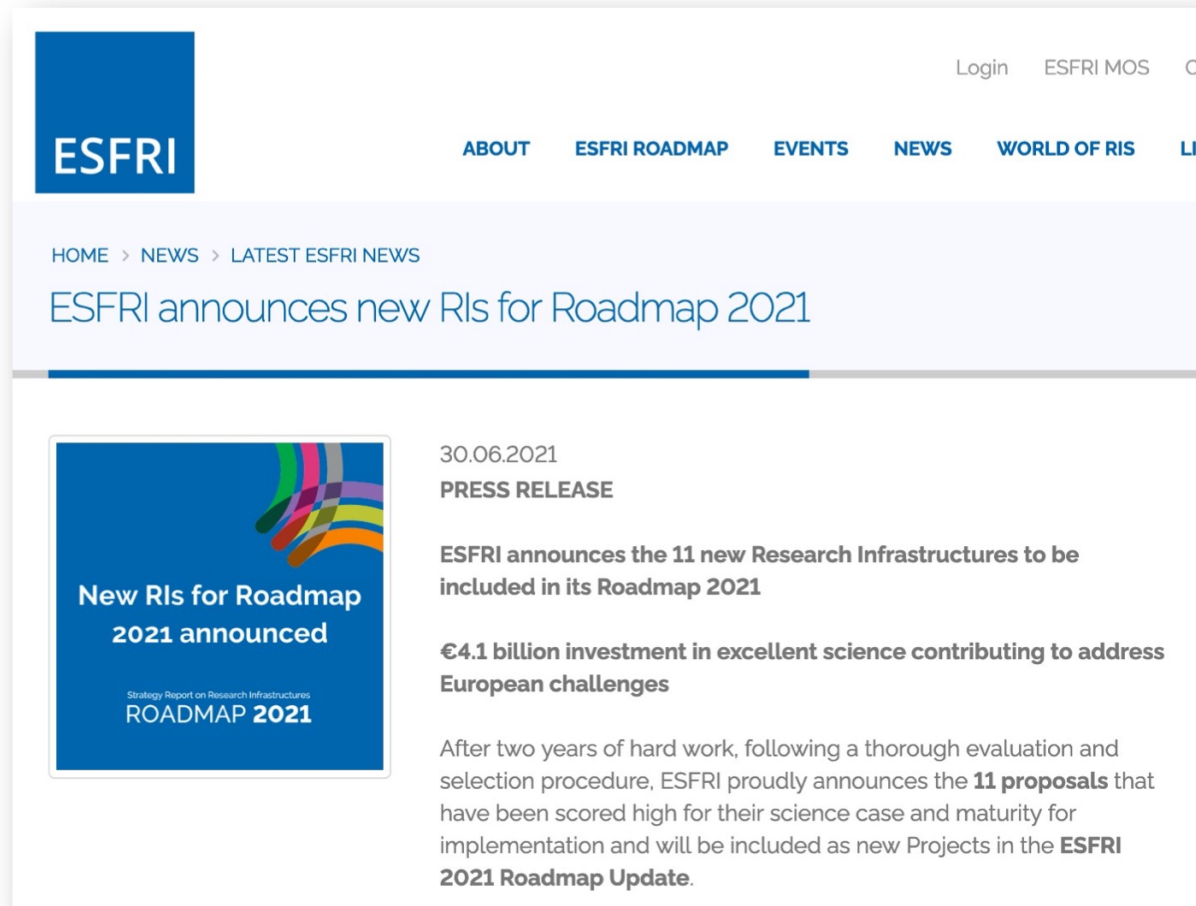


- SPARX
- NTA->CSN_5
- EUROFEL
- PLASMAR
- SPARC_LAB
- SABINA



Great News 30.6.2021

Building the first plasma accelerator facility



The screenshot shows the ESFRI website's news section. At the top is the ESFRI logo and a navigation menu with links for ABOUT, ESFRI ROADMAP, EVENTS, NEWS, WORLD OF RIS, and LIB. Below the navigation bar, a breadcrumb trail reads 'HOME > NEWS > LATEST ESFRI NEWS'. The main headline is 'ESFRI announces new RIs for Roadmap 2021'. Below this, a date '30.06.2021' and the label 'PRESS RELEASE' are displayed. The main text of the press release states: 'ESFRI announces the 11 new Research Infrastructures to be included in its Roadmap 2021'. A sub-headline reads: '€4.1 billion investment in excellent science contributing to address European challenges'. The final paragraph states: 'After two years of hard work, following a thorough evaluation and selection procedure, ESFRI proudly announces the 11 proposals that have been scored high for their science case and maturity for implementation and will be included as new Projects in the ESFRI 2021 Roadmap Update.' To the left of the text is a blue square graphic with a colorful abstract design and the text 'New RIs for Roadmap 2021 announced' and 'Strategy Report on Research Infrastructures ROADMAP 2021'.

ESFRI

ABOUT ESFRI ROADMAP EVENTS NEWS WORLD OF RIS LIB

HOME > NEWS > LATEST ESFRI NEWS

ESFRI announces new RIs for Roadmap 2021

30.06.2021
PRESS RELEASE

ESFRI announces the 11 new Research Infrastructures to be included in its Roadmap 2021

€4.1 billion investment in excellent science contributing to address European challenges

After two years of hard work, following a thorough evaluation and selection procedure, ESFRI proudly announces the **11 proposals** that have been scored high for their science case and maturity for implementation and will be included as new Projects in the **ESFRI 2021 Roadmap Update**.

New RIs for Roadmap 2021 announced
Strategy Report on Research Infrastructures
ROADMAP 2021

About the ESFRI Roadmap

ESFRI has established a European Roadmap for Research Infrastructures (new and major upgrades, pan-European interest) for the next 10-20 years, stimulates the implementation of these facilities, and updates the roadmap as needed. The ESFRI Roadmap arguably contains the best European science facilities based on a thorough evaluation and selection procedure. It combines ESFRI Projects, which are new Research Infrastructures in progress towards implementation, and ESFRI Landmarks successfully implemented Research Infrastructures enabling excellent science.

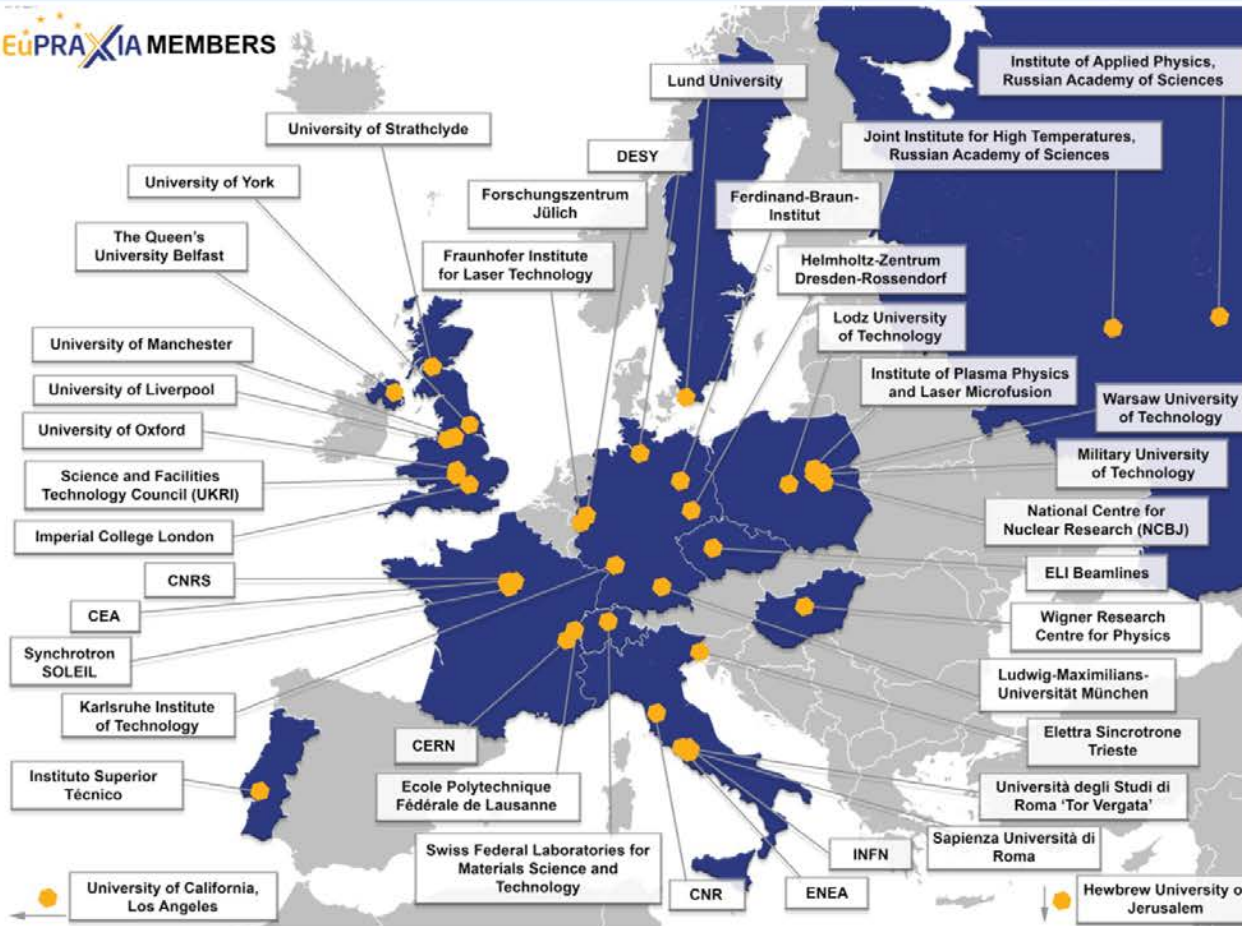
Raccomandazioni dal MAC (Bisoffi)

- 1) Il sostegno effettivo alla realizzazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB da parte dei partner della collaborazione EuPRAXIA per la fase “zero” (preparazione del TDR) dovrebbe essere cercato in modo proattivo. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 2) La Plasma Based Acceleration (PBA) costituisce un obiettivo cruciale che DEVE essere raggiunto. Un livello molto elevato di studi sulla dinamica del fascio e di studi sul plasma è fondamentale per il successo. Le risorse di personale per gli studi di dinamica del fascio e gli studi sul plasma, al momento insufficienti per raggiungere lo scopo, vanno trovate al più presto. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. DA, direttore)**
- 3) Il caso scientifico ed il link con la comunità di utenti deve essere rinforzato. La comunità di utenti deve produrre un caso dettagliato che vada oltre le Expression of Intent. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 4) Si raccomanda provvedere alle necessità degli utenti della facility, sin dalla fase di disegno del presente layout. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. Tecnico)**
- 5) Durante l’operazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB, assicurare che sia resa disponibile una adeguata frazione di tempo macchina per i test di accelerazione al plasma. **(Azione: resp. DA, direttore)**
- 6) La scelta del Klystron è di fondamentale importanza ed il processo di valutazione va sostenuto, anche se dovesse comportare tempi superiori a quanto preventivato attualmente. Il MAC supporta l’acquisto di due klystron con diversi parametri in quanto rappresenta una scelta strategica per ridurre i rischi. **Azione: Resp. Scientifico**

The Consortium Members for the Next Phase

(from 16 to 40)

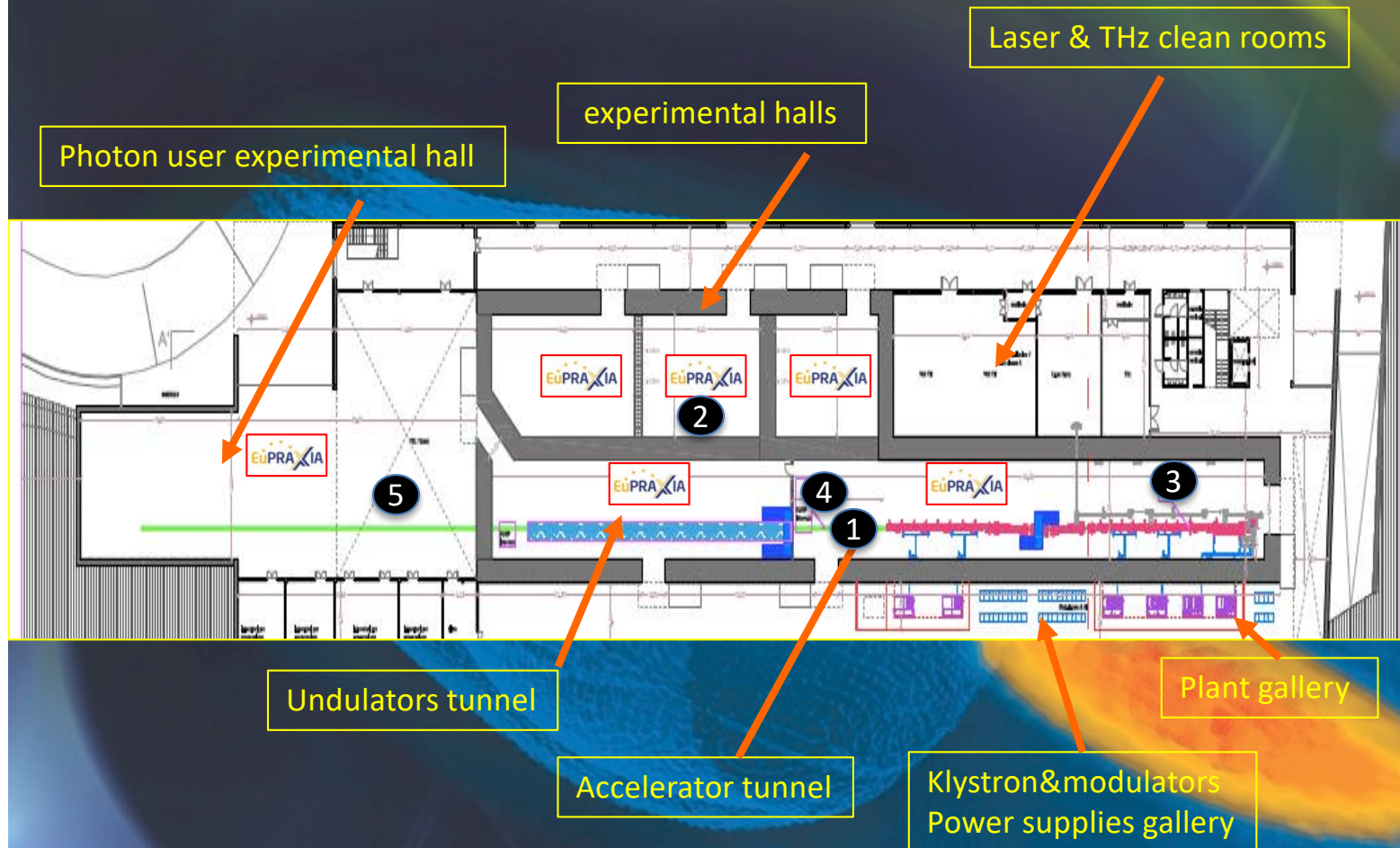
EuPRAXIA MEMBERS



40 Member institutions in:

- **Italy** (INFN, CNR, Elettra, ENEA, Sapienza Università di Roma, Università degli Studi di Roma "Tor Vergata")
- **France** (CEA, SOLEIL, CNRS)
- **Switzerland** (EMPA, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)
- **Germany** (DESY, Ferdinand-Braun-Institut, Fraunhofer Institute for Laser Technology, Forschungszentrum Jülich, HZDR, KIT, LMU München)
- **United Kingdom** (Imperial College London, Queen's University of Belfast, STFC, University of Liverpool, University of Manchester, University of Oxford, University of Strathclyde, University of York)
- **Poland** (Institute of Plasma Physics and Laser Microfusion, Lodz University of Technology, Military University of Technology, NCBJ, Warsaw University of Technology)
- **Portugal** (IST)
- **Hungary** (Wigner Research Centre for Physics)
- **Sweden** (Lund University)
- **Israel** (Hebrew University of Jerusalem)
- **Russia** (Institute of Applied Physics, Joint Institute for High Temperatures)
- **United States** (UCLA)
- **CERN**
- **ELI Beamlines**

Next Workshop: Opportunities for Collaborations at EuPRAXIA@SPARC_LAB



European interests & possible contributions to Frascati site:

- 1 Plasma structure designs, devices
- 2 Compact positron source
- 3 HQ 150 MeV laser plasma injector
- 4 HQ laser driver
 - Hybrid concepts
 - Simulations
- 5 User experiments and lines

To be detailed in TDR phase.

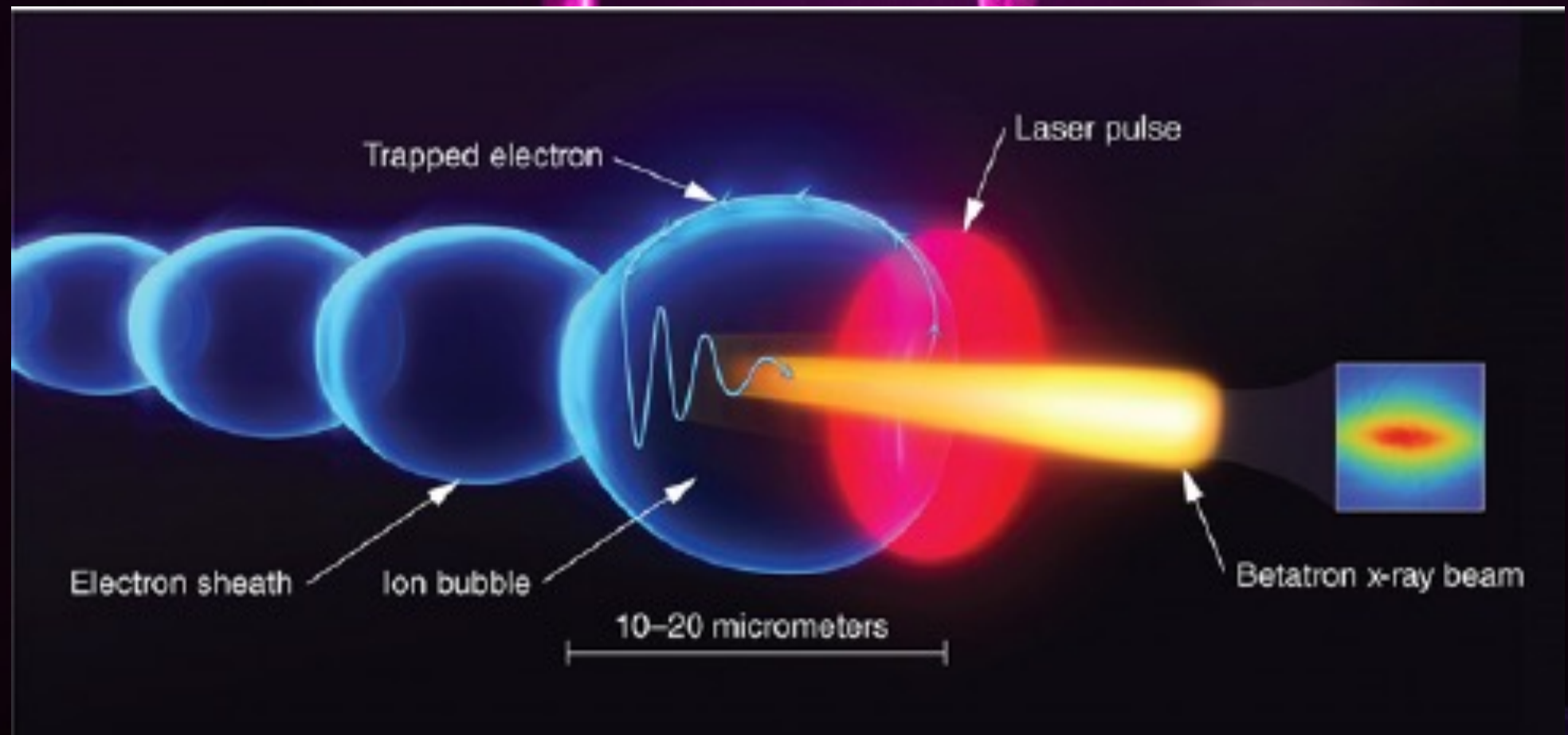
EuPRAXIA related proposal

- ✓ MSCA Doctoral Network on EuPRAXIA
- ✓ EuPRAXIA Preparatory Phase
- EuPRAXIA Advanced Radiation Sources (PNRR)
- Compact and Resource-Efficient Accelerator Technologies (CREATE) (H2020)

Raccomandazioni dal MAC (Bisoffi)

- 1) Il sostegno effettivo alla realizzazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB da parte dei partner della collaborazione EuPRAXIA per la fase “zero” (preparazione del TDR) dovrebbe essere cercato in modo proattivo. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 2) La Plasma Based Acceleration (PBA) costituisce un obiettivo cruciale che DEVE essere raggiunto. Un livello molto elevato di studi sulla dinamica del fascio e di studi sul plasma è fondamentale per il successo. Le risorse di personale per gli studi di dinamica del fascio e gli studi sul plasma, al momento insufficienti per raggiungere lo scopo, vanno trovate al più presto. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. DA, direttore)**
- 3) Il caso scientifico ed il link con la comunità di utenti deve essere rinforzato. La comunità di utenti deve produrre un caso dettagliato che vada oltre le Expression of Intent. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 4) Si raccomanda provvedere alle necessità degli utenti della facility, sin dalla fase di disegno del presente layout. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. Tecnico)**
- 5) Durante l’operazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB, assicurare che sia resa disponibile una adeguata frazione di tempo macchina per i test di accelerazione al plasma. **(Azione: resp. DA, direttore)**
- 6) La scelta del Klystron è di fondamentale importanza ed il processo di valutazione va sostenuto, anche se dovesse comportare tempi superiori a quanto preventivato attualmente. Il MAC supporta l’acquisto di due klystron con diversi parametri in quanto rappresenta una scelta strategica per ridurre i rischi. **Azione: Resp. Scientifico**

Betatron Radiation



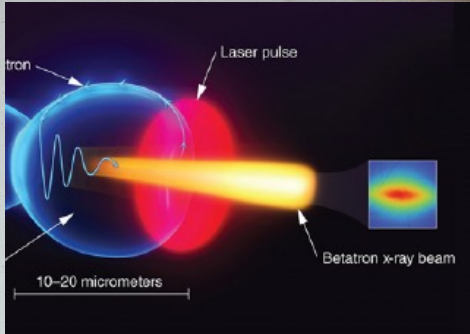
Betatron Radiation

Plasma acceleration limitations due to betatron radiation

V. Shpakov^{a,*}, E. Chiadroni^a, A. Curcio^a, H. Fares^{a,c}, M. Ferrario^a, A. Marocchino^a,
F. Mira^{a,d}, V. Petrillo^b, A.R. Rossi^b, S. Romeo^a

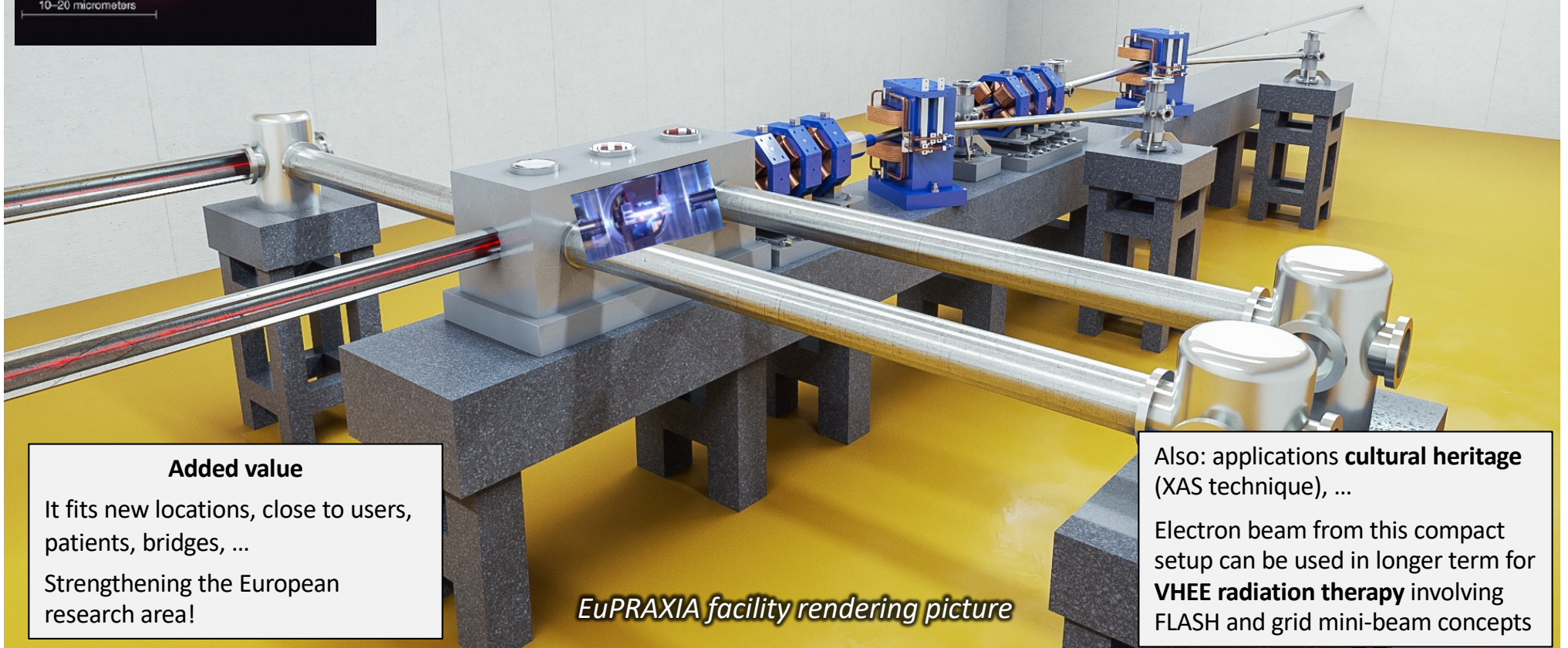
Plasma-Generated X-ray Pulses: Betatron Radiation Opportunities at EuPRAXIA@SPARC_LAB

Francesco Stellato^{1,2,*}, Maria Pia Anania³, Antonella Balerna³, Simone Botticelli², Marcello Coreno^{3,4},
Gemma Costa³, Mario Galletti^{1,2}, Massimo Ferrario³, Augusto Marcelli^{3,5,6}, Velia Minicozzi^{1,2}, Silvia Morante^{1,2},
Riccardo Pompili³, Giancarlo Rossi^{1,2,7}, Vladimir Shpakov³, Fabio Villa³ and Alessandro Ciani^{1,2}



Betatron X Rays: Design Compact Medical Imaging Line

*Fully plasma-based beamline for generating betatron radiation as a **compact X-ray source for medical imaging and material analysis**. The user area is behind the wall on the right.*



Added value

It fits new locations, close to users, patients, bridges, ...

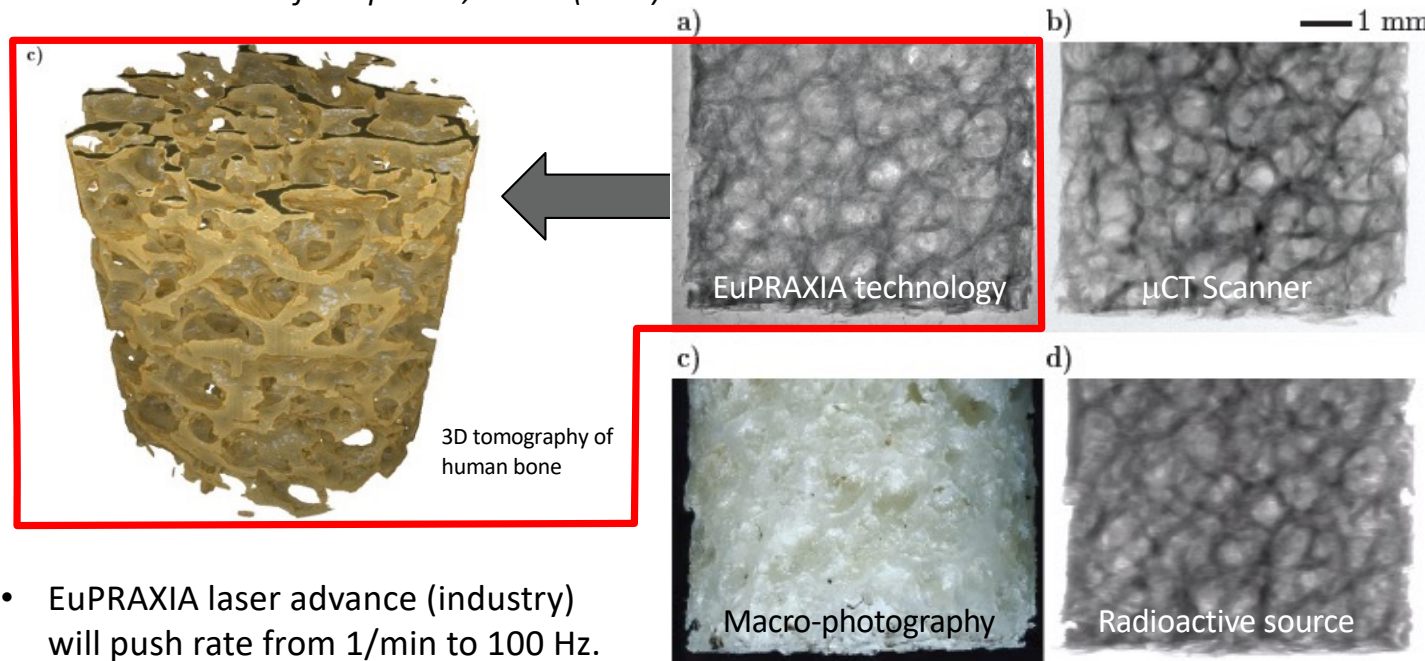
Strengthening the European research area!

EuPRAXIA facility rendering picture

Also: applications **cultural heritage** (XAS technique), ...

Electron beam from this compact setup can be used in longer term for **VHEE radiation therapy** involving FLASH and grid mini-beam concepts

J.M. Cole et al, "Laser-wakefield accelerators as hard x-ray sources for 3D medical imaging of human bone". *Nature Scientific Reports* 5, 13244 (2015)



- EuPRAXIA laser advance (industry) will push rate from 1/min to 100 Hz.
- **Ultra-compact source of hard X rays → exposing from various directions simultaneously is possible in upgrades**

FOOD & HEALTH

Physics & Technology Background:

- Small EuPRAXIA accelerator → small emission volume for betatron X rays.
- **Quasi-pointlike** emission of X rays.
- **Sharper image from base optical principle.**
- Quality demonstrated and published, but takes a few hours for one image.
- Advancing flux rate with EuPRAXIA laser by factor > 1,000!

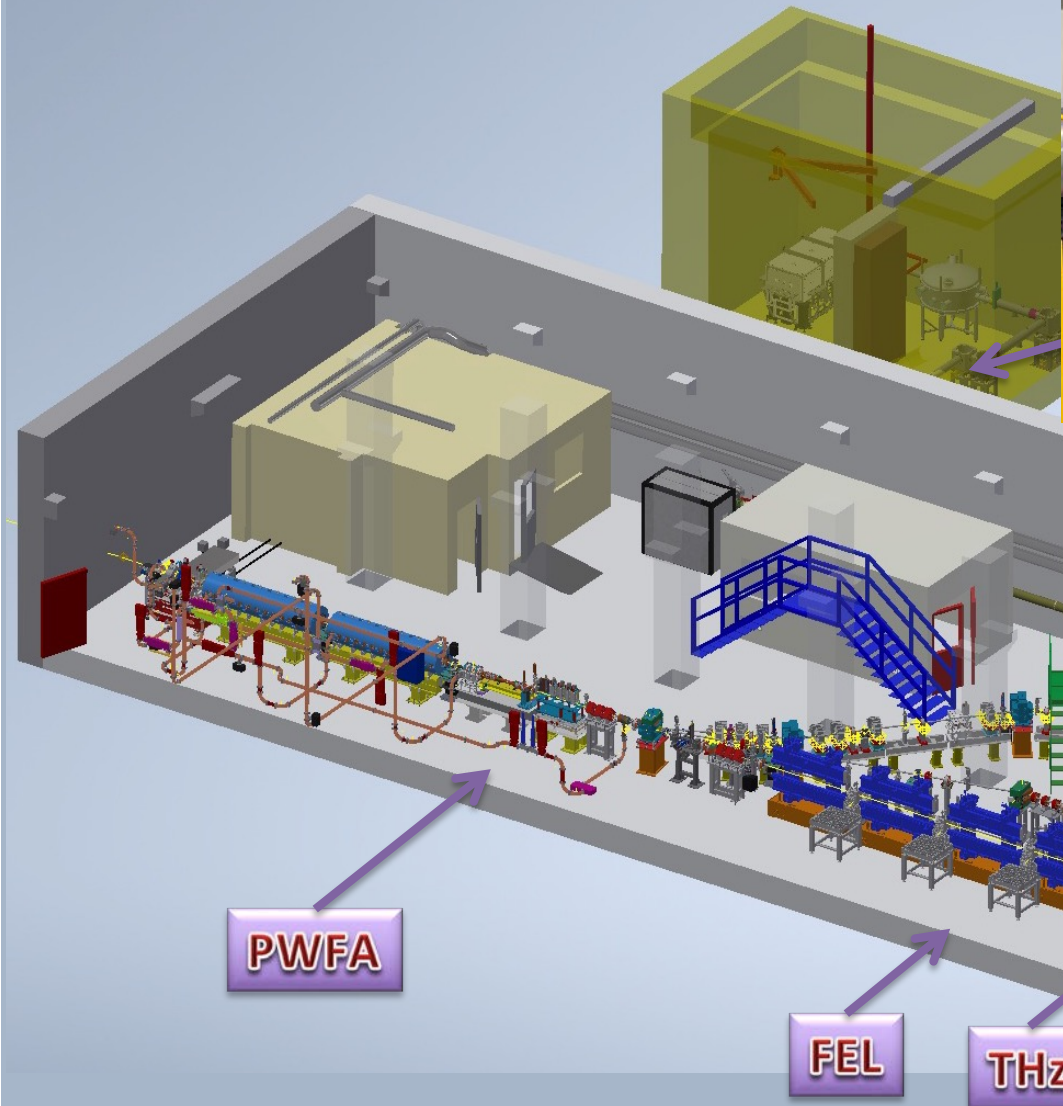
Added value

Sharper images with outstanding **contrast**

Identify smaller features (e.g. early detection of cancer at micron-scale – calcification)

Laser advance in EuPRAXIA → **fast imaging** (e.g. following moving organs during surgery)

SPARC_LAB is the test and test Advanced Accelerator Development



AQUA/ARIA - A growing community



EuPRAXIA@SPARC_LAB user workshop

14-15 October 2021
Europe/Rome timezone

Overview

Timetable

Registration

Participant List

Participant List

147 participants

Last Name	First Name	Affiliation
-----------	------------	-------------

The first EuPRAXIA@SPARC_LAB user workshop

More than 140 registrants from 9 countries and ~30 institutions

<https://agenda.infn.it/event/27926/overview>

AQUA - Techniques & Samples @ 3 nm

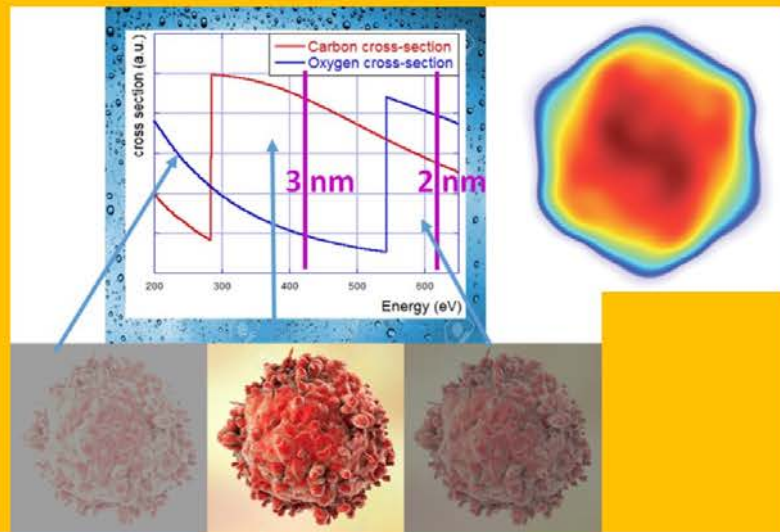
Scientific case assembled and published.
Contributions from >15 different institutions

Balerna *et al.* Condensed Matter 4, 30 (2019)

Bio
&
Inorganic **Samples**

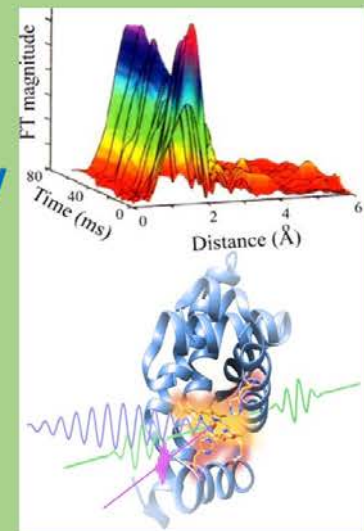
Proteins - Viruses
Bacteria- Cells
Metals – Magnetic materials
Superconductors -Semiconductors

Coherent imaging



X-ray absorption spectroscopy

Raman spectroscopy



ARIA - Techniques & Samples @ 50-180 nm

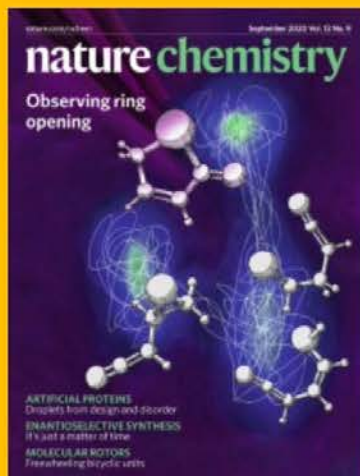
Scientific case in the DUV (DeepUV)
and VUV (VacuumUV) is being
assembled
Wavelength interval **complementary**
with FEL1 @ Fermi

**Samples
&
(techniques)**

Gas phase & Atmosphere (Earth & Planets)
Aerosols (Pollution, nanoparticles)
Molecules & gases (spectroscopies, time-of-flight)
Proteins (spectroscopies)
Surfaces (ablation e deposition)

Photoemission Spectroscopy

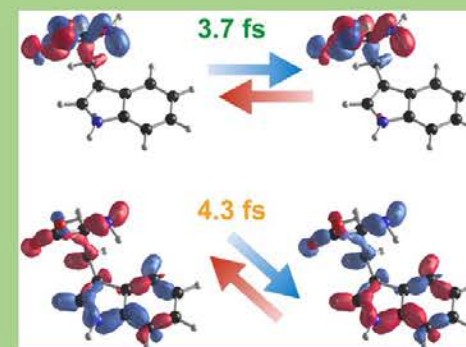
Ring opening in organic
molecules
Pathak et al. *Nature Chemistry*
2020



Raman spectroscopy

Photo-fragmentation of molecules

Ultrafast Quantum
Interference in the
Charge Migration of
Tryptophan.
J Phys Chem Lett 2020



Time of Flight Spectroscopy

Not yet funded

Raccomandazioni dal MAC (Bisoffi)

- 1) Il sostegno effettivo alla realizzazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB da parte dei partner della collaborazione EuPRAXIA per la fase “zero” (preparazione del TDR) dovrebbe essere cercato in modo proattivo. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 2) La Plasma Based Acceleration (PBA) costituisce un obiettivo cruciale che DEVE essere raggiunto. Un livello molto elevato di studi sulla dinamica del fascio e di studi sul plasma è fondamentale per il successo. Le risorse di personale per gli studi di dinamica del fascio e gli studi sul plasma, al momento insufficienti per raggiungere lo scopo, vanno trovate al più presto. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. DA, direttore)**
- 3) Il caso scientifico ed il link con la comunità di utenti deve essere rinforzato. La comunità di utenti deve produrre un caso dettagliato che vada oltre le Expression of Intent. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 4) Si raccomanda provvedere alle necessità degli utenti della facility, sin dalla fase di disegno del presente layout. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. Tecnico)**
- 5) Durante l’operazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB, assicurare che sia resa disponibile una adeguata frazione di tempo macchina per i test di accelerazione al plasma. **(Azione: resp. DA, direttore)**
- 6) La scelta del Klystron è di fondamentale importanza ed il processo di valutazione va sostenuto, anche se dovesse comportare tempi superiori a quanto preventivato attualmente. Il MAC supporta l’acquisto di due klystron con diversi parametri in quanto rappresenta una scelta strategica per ridurre i rischi. **Azione: Resp. Scientifico**

Marzo 2022 - Accesa la prima scarica nel modulo di accelerazione a plasma di EuPRAXIA@SPARC_LAB

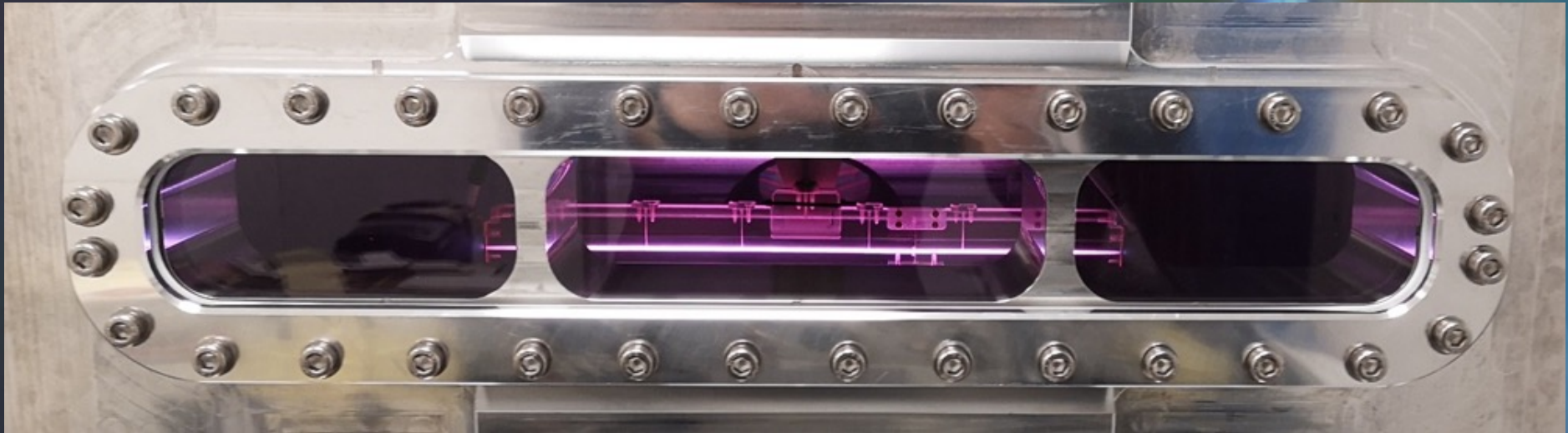
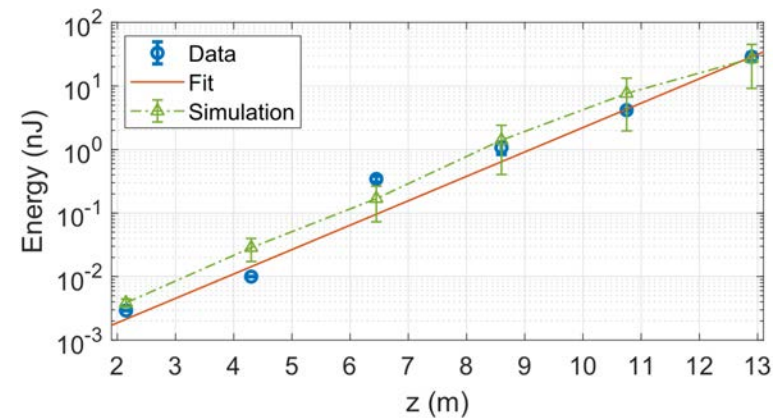
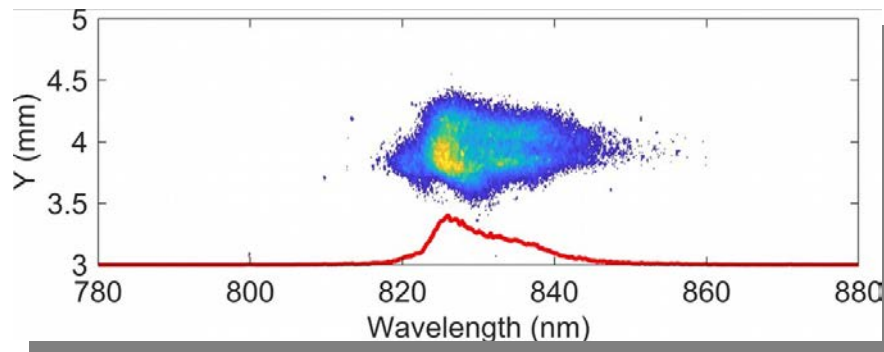
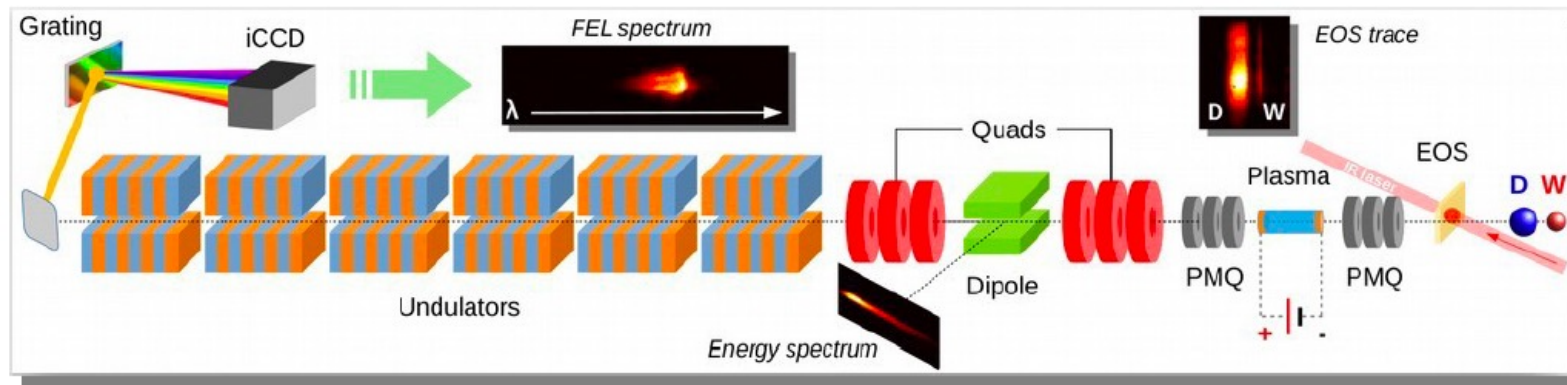
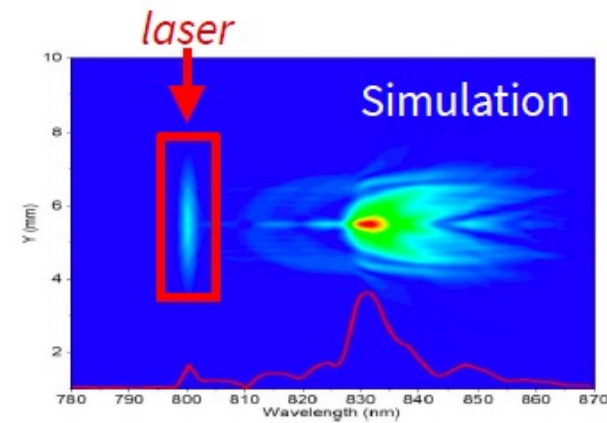
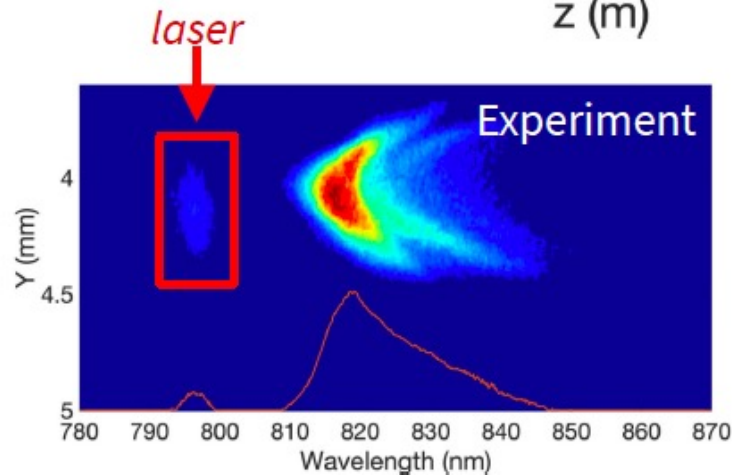
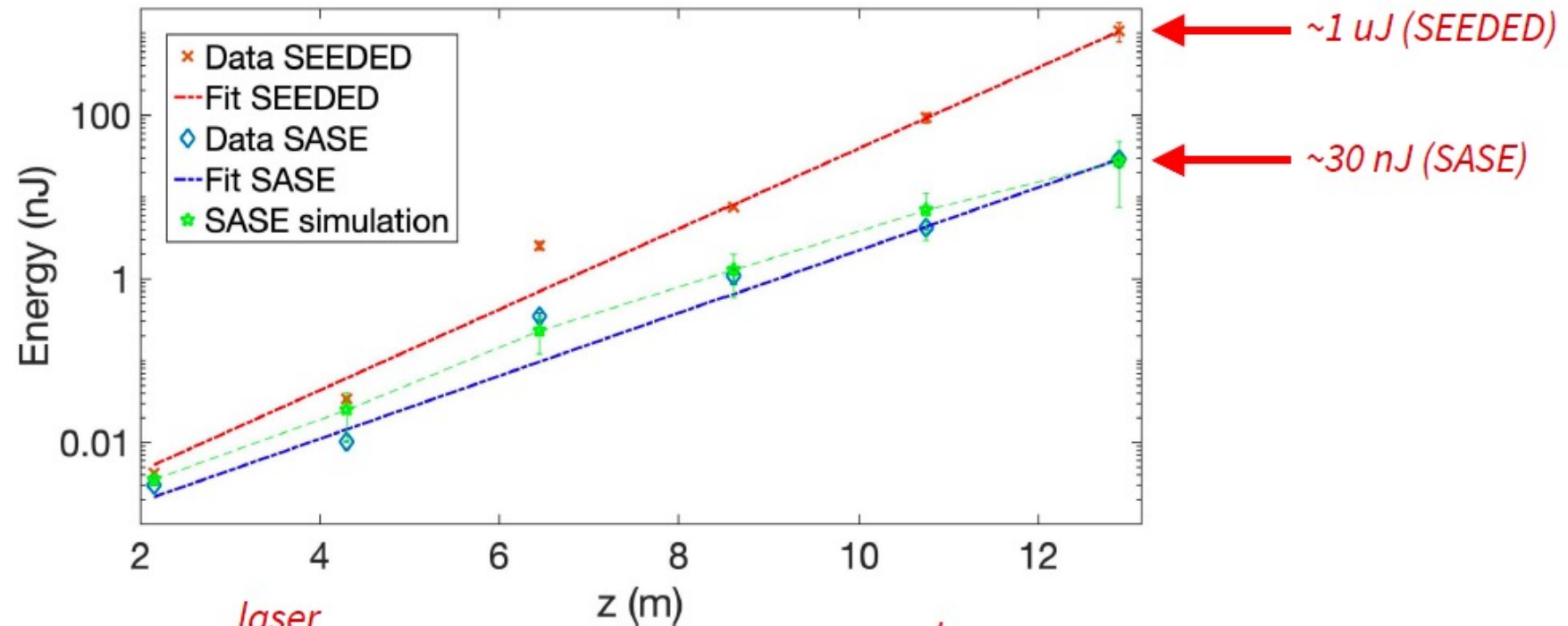


Immagine catturata durante la formazione del plasma nel **capillare di lunghezza 40 cm** e diametro 2 mm, installato all'interno di una camera da vuoto appositamente creata per ospitare sorgenti di plasma di grandi dimensioni. L'impulso di tensione applicato è di 9 kV e la corrente di picco raggiunge circa 500 A.

Courtesy Angelo Biagioni

First Beam Driven SASE-FEL Lasing at SPARC_LAB (May 2021)





Raccomandazioni dal MAC (Bisoffi)

- 1) Il sostegno effettivo alla realizzazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB da parte dei partner della collaborazione EuPRAXIA per la fase “zero” (preparazione del TDR) dovrebbe essere cercato in modo proattivo. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 2) La Plasma Based Acceleration (PBA) costituisce un obiettivo cruciale che DEVE essere raggiunto. Un livello molto elevato di studi sulla dinamica del fascio e di studi sul plasma è fondamentale per il successo. Le risorse di personale per gli studi di dinamica del fascio e gli studi sul plasma, al momento insufficienti per raggiungere lo scopo, vanno trovate al più presto. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. DA, direttore)**
- 3) Il caso scientifico ed il link con la comunità di utenti deve essere rinforzato. La comunità di utenti deve produrre un caso dettagliato che vada oltre le Expression of Intent. **(Azione: Resp. Scientifico)**
- 4) Si raccomanda provvedere alle necessità degli utenti della facility, sin dalla fase di disegno del presente layout. **(Azione: Resp. Scientifico, Resp. Tecnico)**
- 5) Durante l'operazione di EuPRAXIA@SPARC_LAB, assicurare che sia resa disponibile una adeguata frazione di tempo macchina per i test di accelerazione al plasma. **(Azione: resp. DA, direttore)**
- 6) La scelta del Klystron è di fondamentale importanza ed il processo di valutazione va sostenuto, anche se dovesse comportare tempi superiori a quanto preventivato attualmente. Il MAC supporta l'acquisto di due klystron con diversi parametri in quanto rappresenta una scelta strategica per ridurre i rischi. **Azione: Resp. Scientifico**

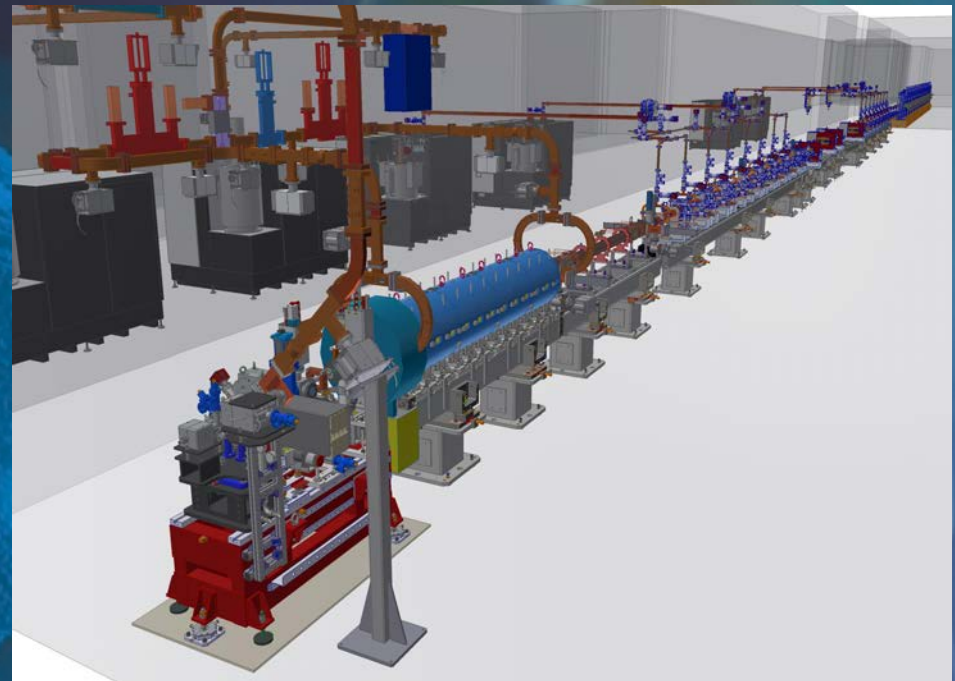
Considerations about SPARC_LAB

- SPARC_LAB is a unique opportunity as a test facility for EuPRAXIA
- High scientific level results and publications
- Several improvements are in progress (Injector, Plasma, Synchronization)
- More beam lines to run in the near future (SABINA, EXIN, FLAME)
- **Additional financial contribution needed to support the operation and maintenance of the facility with increased complexity (Tot: 500 kEuro/year)**



Considerations about EuPRAXIA

- Future 400 Hz operation impact under investigation
- Second FEL beamline to be funded (Regione Lazio?)
- **Person-power crisis => road map**
- **Financial request have been submitted to the INFN mangment to support the R&D process needed for the TDR delivery (Tot: ~7 Meuro for the next 3 years)**
- Additional request: restore the FOE contribution EuPRAXIA_MIUR to cover EuPRAXIA Person-power and SPARC_LAB operation (1 MEuro/year), could include also **CNR and Universities**



The background is a dark blue gradient with abstract, flowing light patterns in shades of green and yellow. A large, textured blue shape, resembling a cell or a planet, is positioned on the left. It has a small red circular spot on its surface. To its right is a smaller, elongated yellow-orange shape, also with a textured appearance. The text "Thank for your attention" is centered over the blue shape in a bold, orange-yellow font.

Thank for your attention