

Giulia Tagliabue

Ecole Polytechnique Federale de Lausanne

Institute of Mechanical Engineering

Prof. Tagliabue's research in nanophotonics for energy aims at uncovering and engineering emerging light energy conversion pathways enabled by non-equilibrium and interfacial effects in nanomaterials and at solid/liquid interfaces.

Nanophotonics has indeed transformed light-matter interactions at the nanoscale, with optical nanoantennas bridging the size gap between the light wavelength and charge, heat and ion transport scales. This enables unprecedented control over energy conversion processes and the harnessing of non-equilibrium phenomena, though understanding remains challenging due to complex multi-physics interactions. By developing controlled experimental platforms and bridging micro- and macro-scale characterization methods, Prof. Tagliabue's work on the optoelectronics of nanomaterials and solid/liquid interfaces has clarified the mechanisms underlying three complementary light energy conversion pathways and demonstrated associated proof-of-concept devices.

Plasmonic Catalysis: Metallic nanoantennas generate non-equilibrium charge carriers that enhance chemical reactions. Prof. Tagliabue's work revealed critical details of charge dynamics and transfer at interfaces, advancing plasmonic catalysts for solar fuels production and photochemical energy storage.

Hydrovoltaic Energy Generation: Fluid flow over charged surfaces results in electrical energy generation (hydrovoltaic effect). Prof. Tagliabue's research highlighted the critical role of chemical equilibrium at the interface. Her group demonstrated efficient evaporation-driven hydrovoltaic devices that work at high salt concentrations (seawater), opening new possibilities for renewable energy production.

Thermonanophotonics: Absorbing optical nanoantennas can act as fast nano heaters. Prof. Tagliabue's research clarified photo-thermo-optical effects in silicon nanoresonators and led to reconfigurable metalens designs, enabling adaptable devices in optics and energy.

Light-to-X: Redéfinir le Transport et la Conversion de l'Énergie avec la Nanophotonique

La nanophotonique a révolutionné les interactions lumière-matière à l'échelle nanométrique. Les nanoantennes optiques comblent l'écart entre la longueur d'onde de la lumière et les échelles de transport de charges, de chaleur et d'ions, permettant un contrôle inédit des processus de conversion d'énergie et des phénomènes hors équilibre. Toutefois, la compréhension reste difficile en raison des interactions multi-physiques complexes.

La recherche du Prof. Tagliabue en nanophotonique pour l'énergie développe des plateformes expérimentales contrôlées et relie les méthodes de caractérisation à l'échelle micro et macro afin de clarifier les nouveaux mécanismes de conversion de l'énergie lumineuse et de démontrer des dispositifs pour des technologies durables. La recherche du LNET se concentre sur trois processus complémentaires.

Catalyse Plasmonique: Les nanoantennes métalliques génèrent des porteurs de charge hors équilibre qui améliorent les réactions chimiques. Les travaux du Prof. Tagliabue ont révélé des détails cruciaux sur la dynamique et le transfert de charge aux interfaces, faisant progresser les catalyseurs plasmoniques pour la production de carburants solaires et le stockage d'énergie photochimique.

Génération d'Énergie Hydrovoltaïque: Le flux de fluide sur des surfaces chargées entraîne la génération d'énergie électrique (effet hydrovoltaïque). La recherche a mis en évidence le rôle de l'équilibre chimique à l'interface et démontré des dispositifs hydrovoltaïques efficaces à haute concentration de sel.

Thermonanophotonique: Les nanoantennes absorbantes agissent comme des nanochauffeurs rapides. La recherche a clarifié les effets photo-thermo-optiques dans les nano-résonateurs en silicium et mené à des métalentilles reconfigurables, permettant des dispositifs adaptables en optique et énergie.