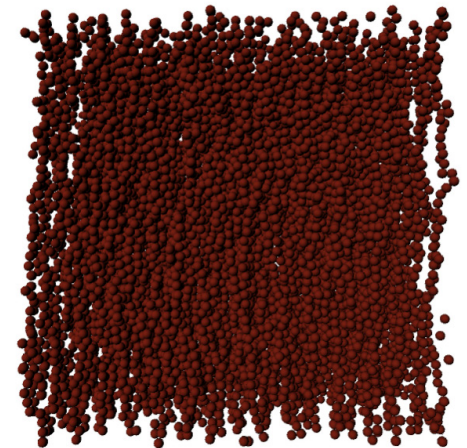
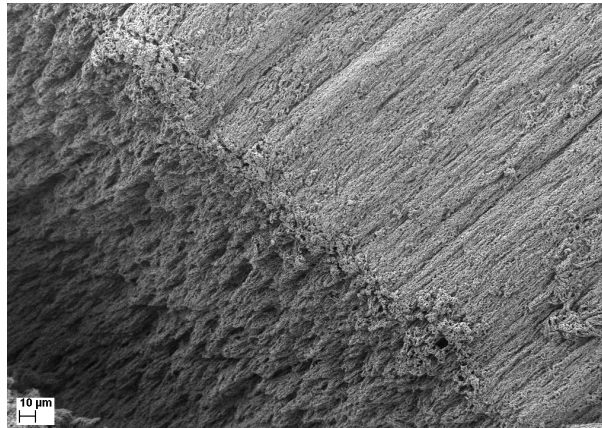
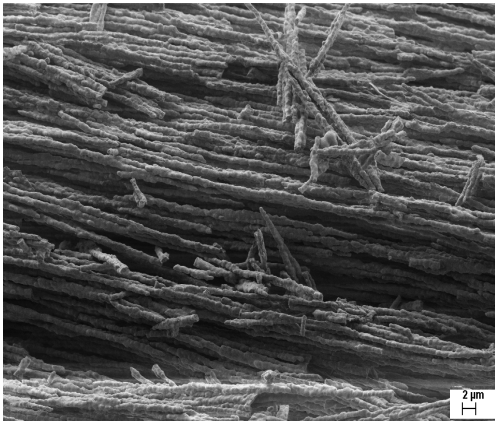




adolphe merkle institute
excellence in pure and applied nanoscience

UNIVERSITY
OF FRIBOURG
SWITZERLAND

Materiali compositi a matrice polimerica ottenuti tramite co-aggregazione di nanoparticelle



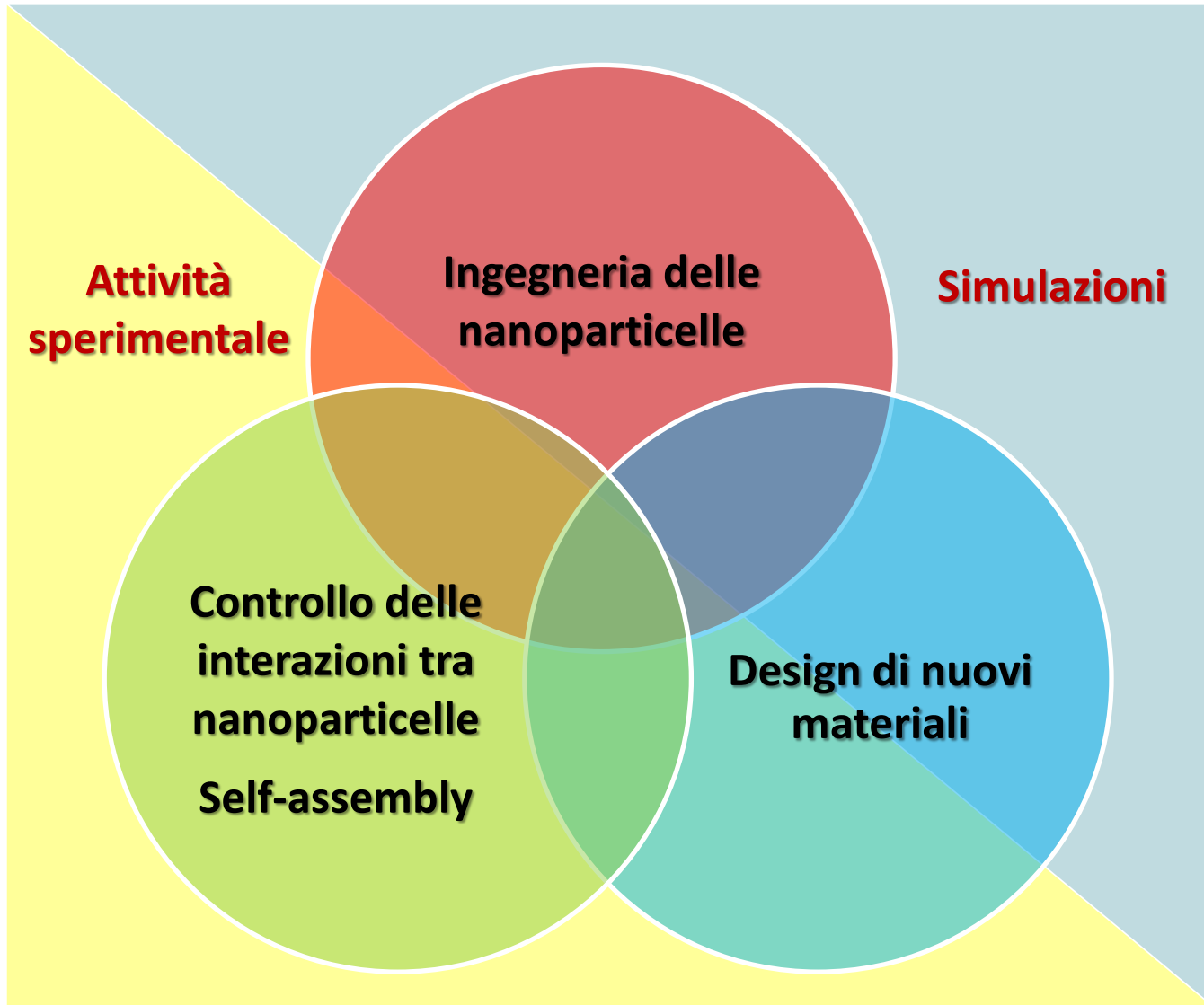
Marco Lattuada

marco.lattuada@unifr.ch

<http://www.am-institute.ch/research/self-assembly>

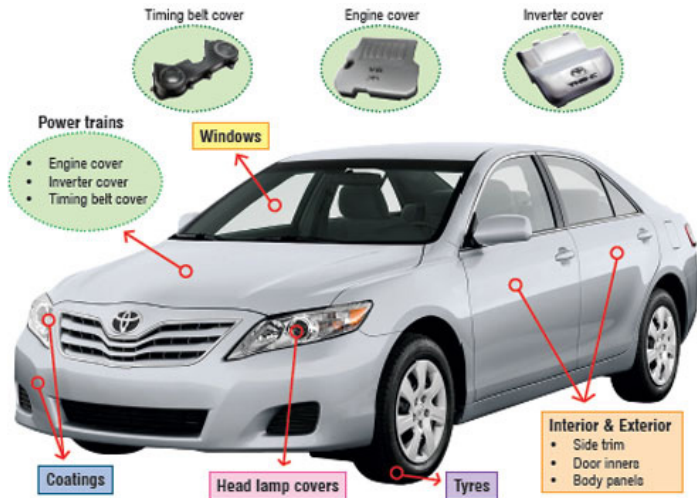


Attività di ricerca





Materiali compositi



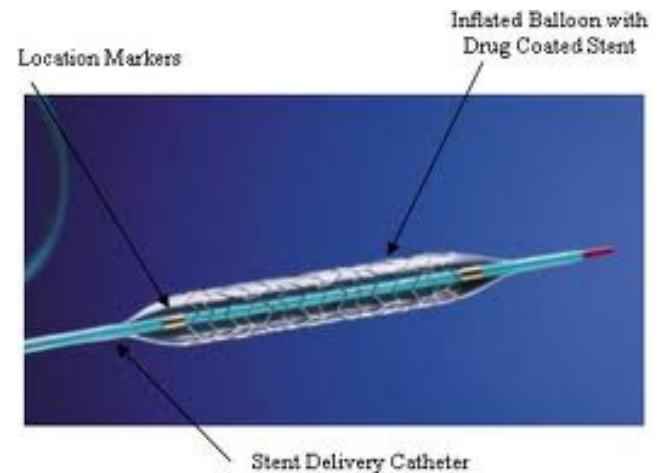
Industria automobilistica



Imballaggio



Articoli Sportivi



Ingegneria biomedica



Materiali compositi: proprietà

Proprietà di
trasporto

Proprietà termiche

Materiali compositi

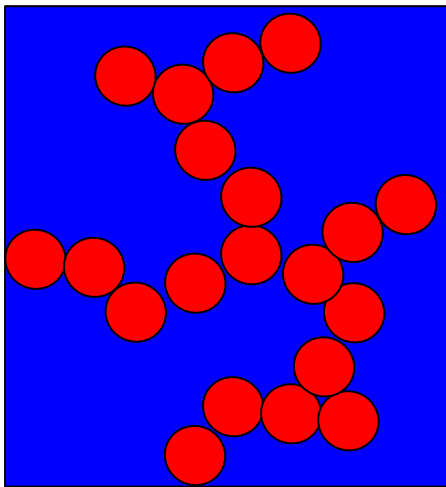
Proprietà
meccaniche

Proprietà
elettriche o
magnetiche

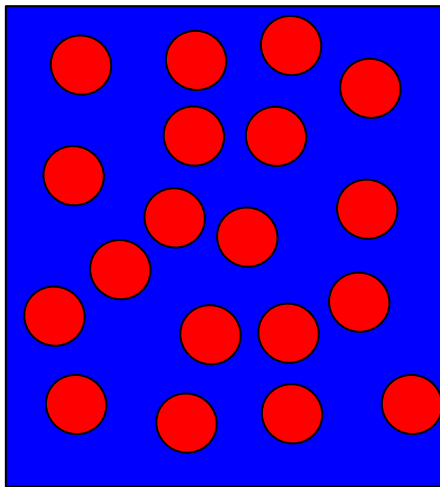


Materiali compositi: distribuire il materiale di rinforzo nella matrice

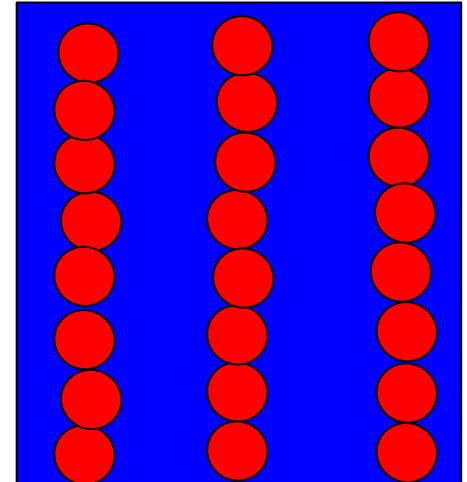
Proprietà del Materiale composito dipendono dalla capacità di distribuire con precisione il materiale di rinforzo all'interno della matrice



Nanoparticelle
formano un
struttura percolante



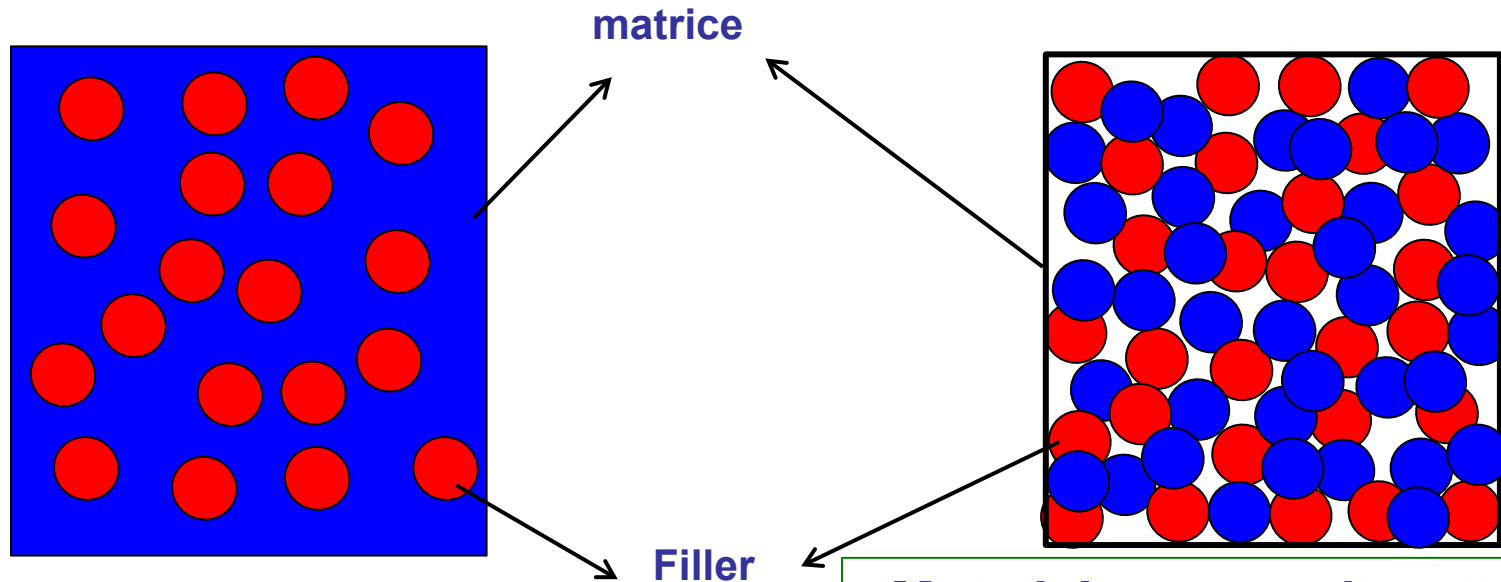
Nanoparticelle
disperse in modo
omogeneo



Nanoparticelle
allineate in una
direzione



Proposta: preparare materiali compositi tramite co-aggregazione nanoparticelle



Materiale composito tradizionale

**Materiale composito ottenuto da una coaggregazione di particelle.
Sia la matrice che il filler sono sotto forma di particelle**

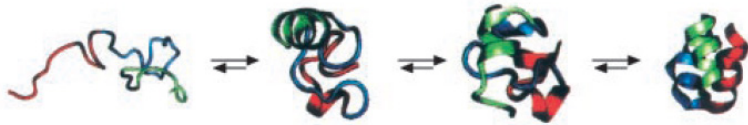
Controllo delle proprietà e della struttura del materiale ottenuto controllando le interazioni tra le particelle in soluzione acquose



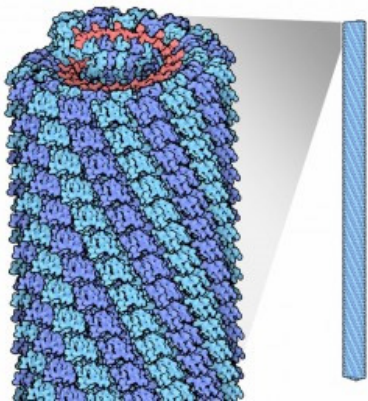
Self-Assembly (auto-assemblaggio)

- Progettare i componenti in modo tale che si auto assemblino spontaneamente nella struttura desiderata

Esempio dalla natura



Protein folding



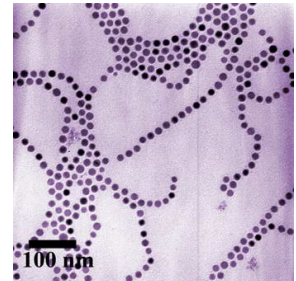
Formazione di complesse strutture proteiche (virus)



**Imitare le capacità dei sistemi biologici usando le proprietà delle nanoparticelle:
Magnetiche, Ottiche, Catalitiche, ecc.**



Ottiche (quantum dots)



magnetiche
(superparamagnetism)

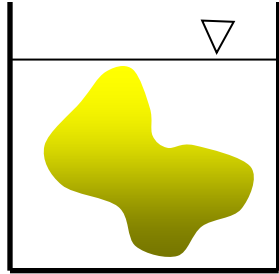


Auto-assemblaggio delle nanoparticelle

1. **Superficie**: interazioni tra particelle sono controllate da proprietà superficiali (e.g. cariche elettriche, stabilizzanti, etc...)
 2. **Dimensione**: la dimensione determina il meccanismo che è responsabile dell'auto-assemblaggio (diffusione, sedimentazione, etc...)
 3. **Forma**: la forma influenza il modo con cui le particelle interagiscono e si dispongono nello spazio
 4. **Composizione**: la scelta del materiale determina le proprietà finali
-

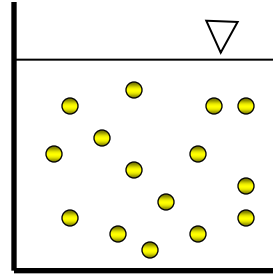


Stabilità colloidale



bulk

Materiale idrofobo:
sospensione instabile



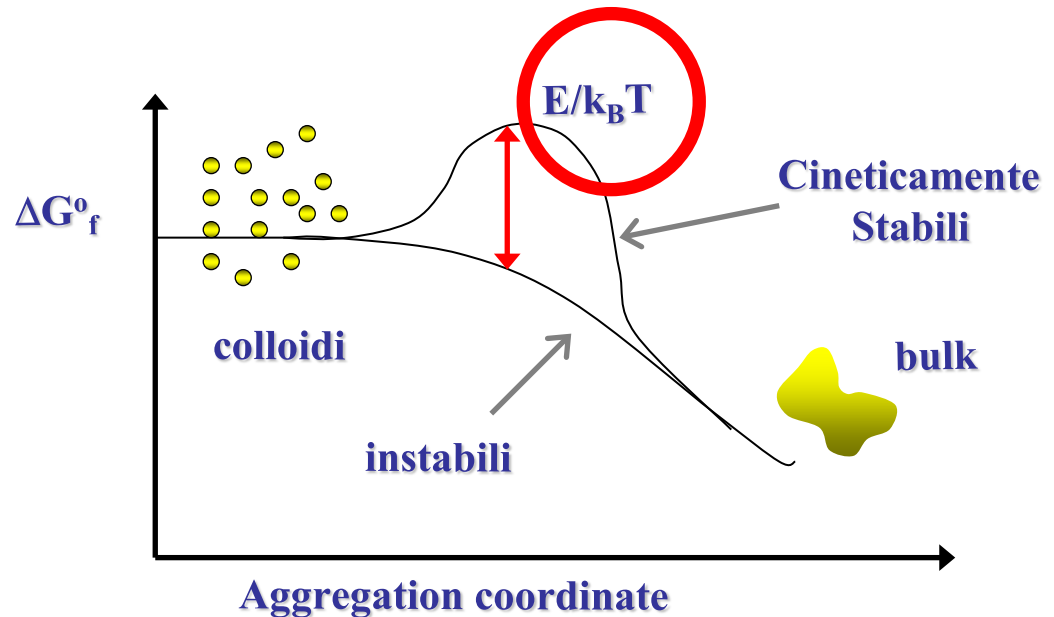
sospensione

Materiale idrofilo:
sospensione stabile

**Stabilizzazione di
particelle**

- elettrostatico
- sterico

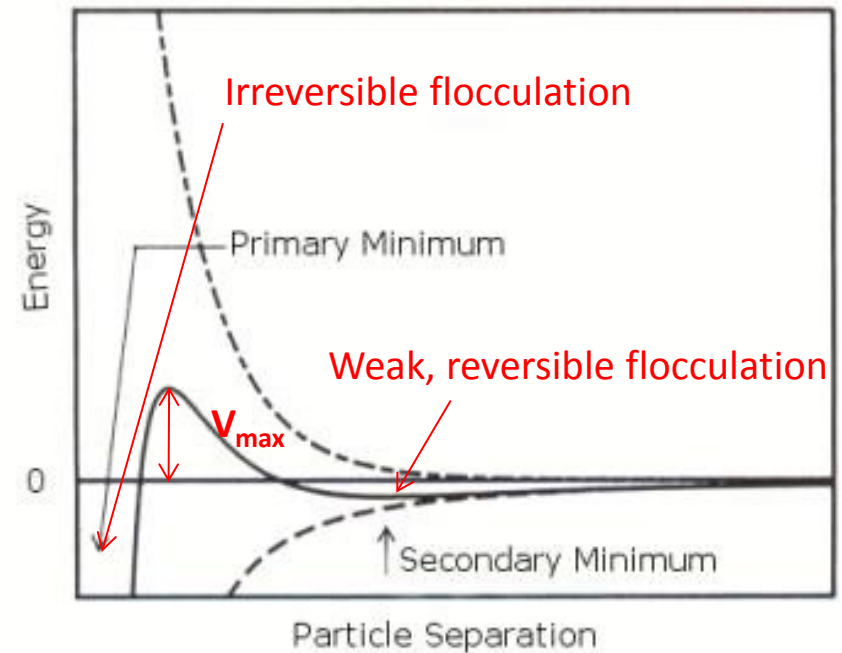
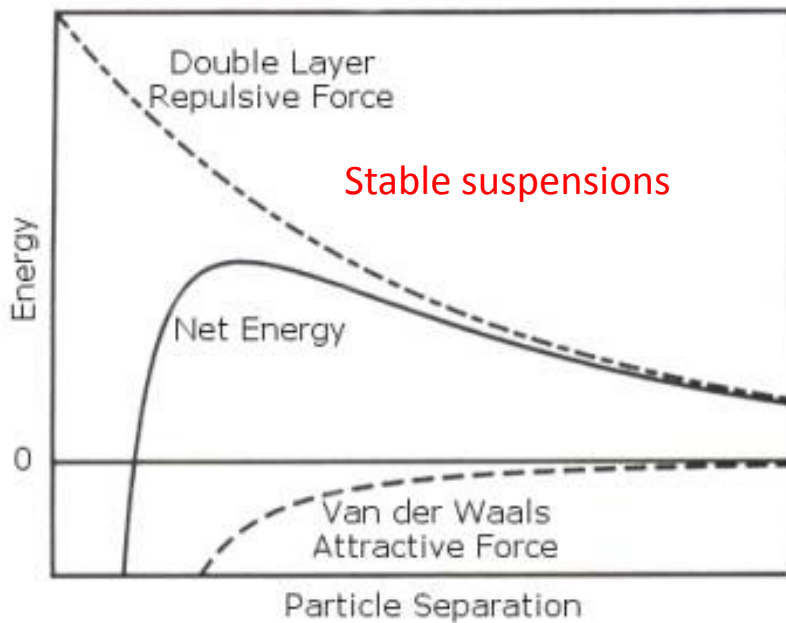
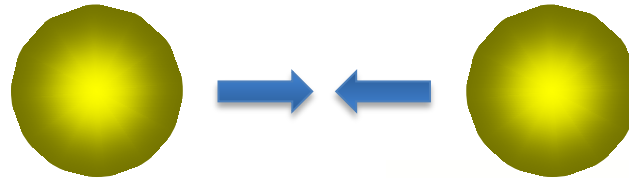
**Tmepo di stabilità $\propto$
 $E/k_B T$**





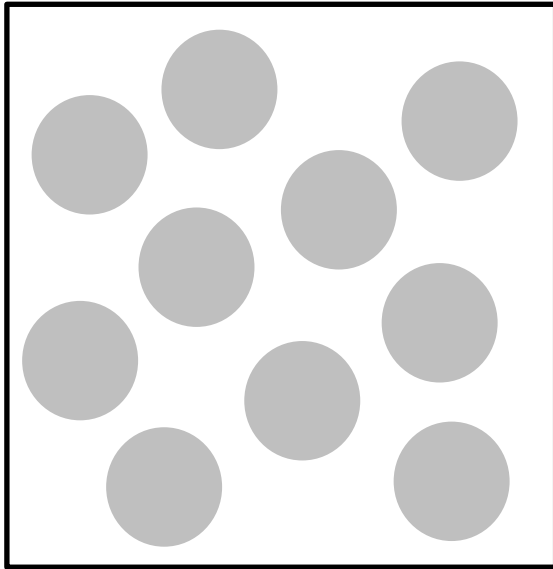
Interazioni tra particelle

- Il segreto: comprendere e modellare il ruolo delle interazioni che controllano la stabilità delle nanoparticelle





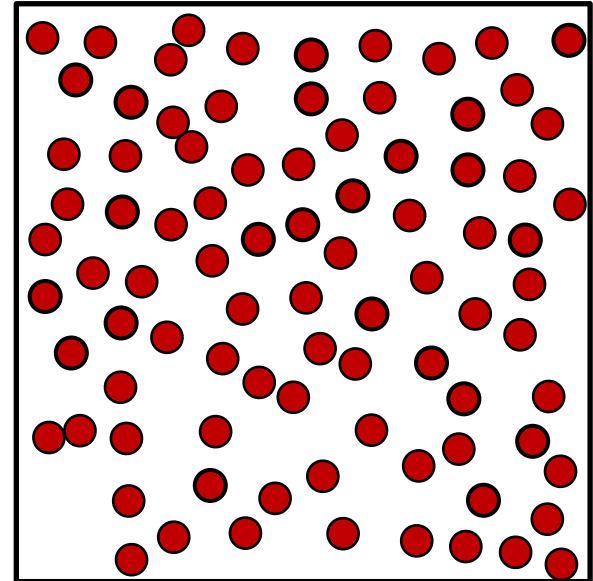
Esempi di materiali compositi



PMMA (300nm)
oppure
Silica (300 nm)

+

Mescolamento e
trattamento ad
alta temperatura



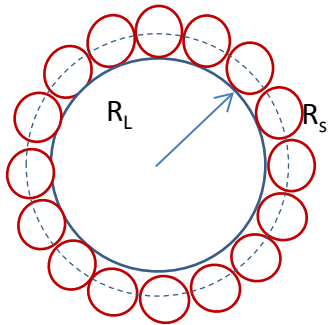
Gomma acrilica (80nm)
Cariche negative

Combinazione delle particelle in due situazioni: cariche uguali o opposte

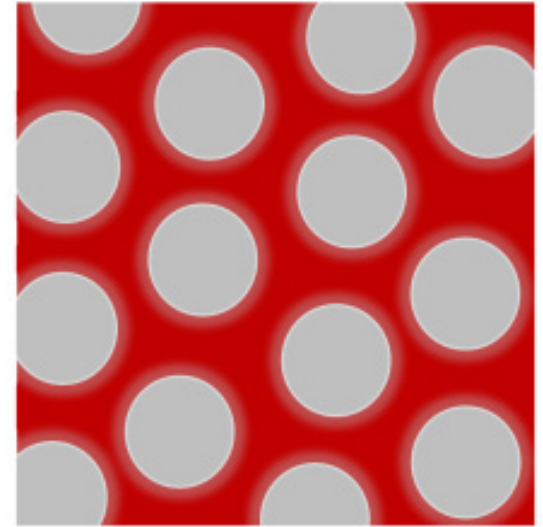
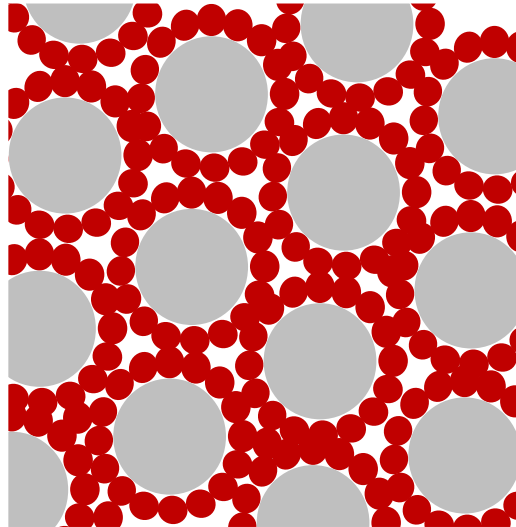


Eteroaggregazione

Nel caso di cariche opposte, è lecito attendersi che le particelle più piccole formino una corona attorno a quelle grandi

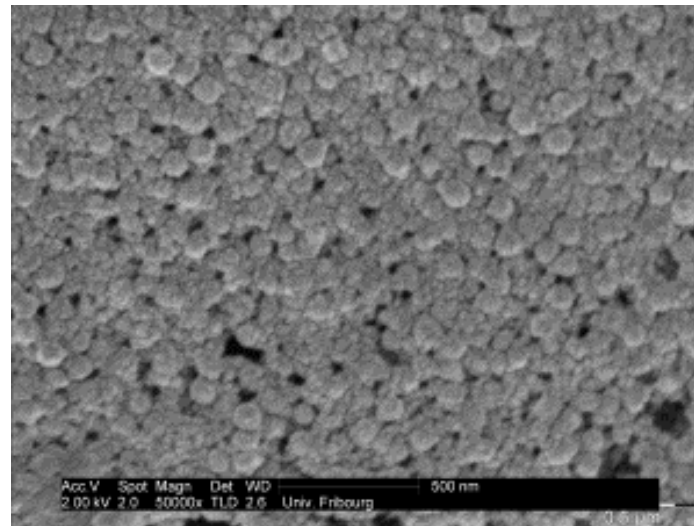
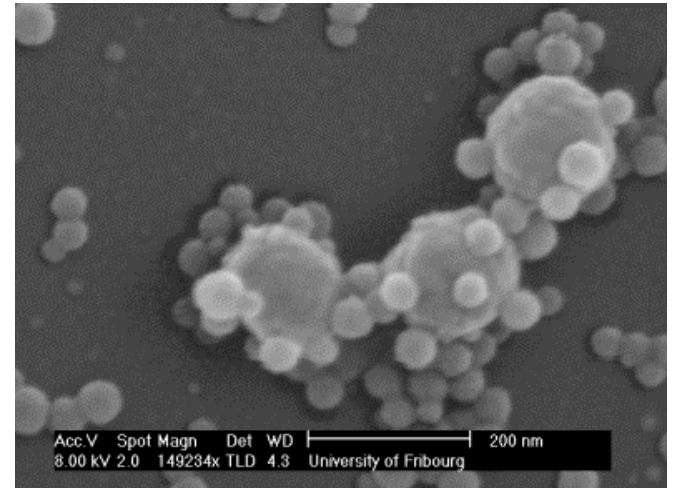
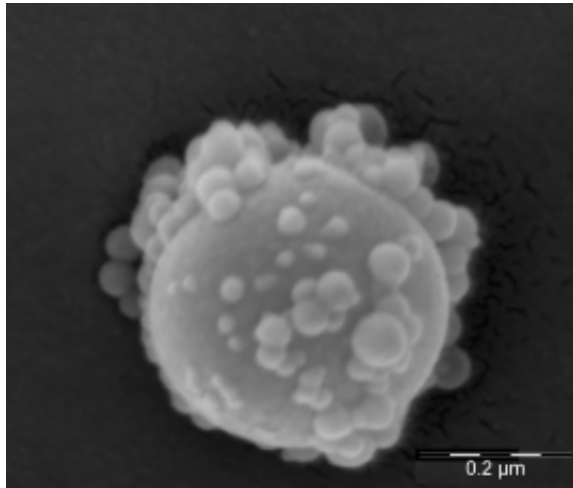


$$N_{sat} = [2\pi(1 + R_L/R_S)^2]/\sqrt{3}$$



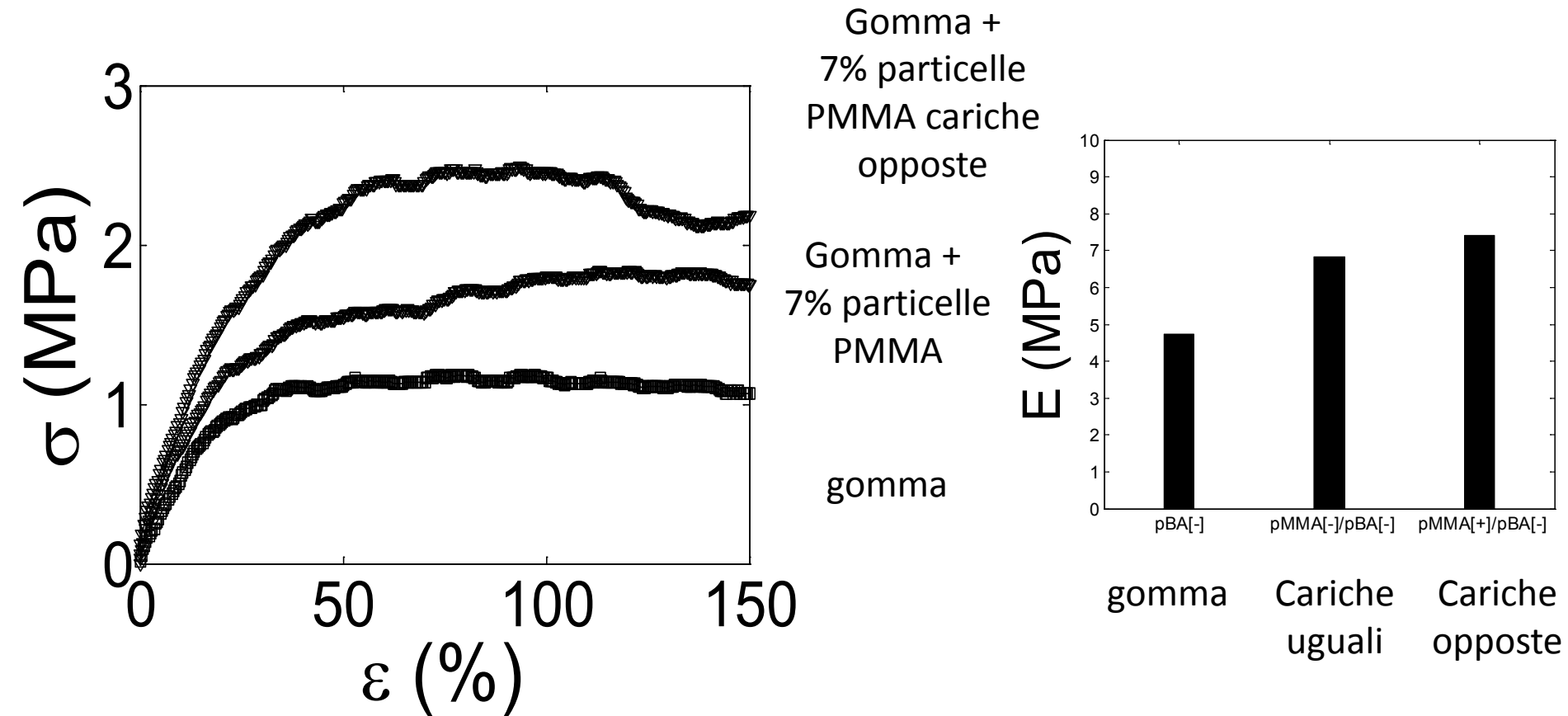


Etero-aggregazione





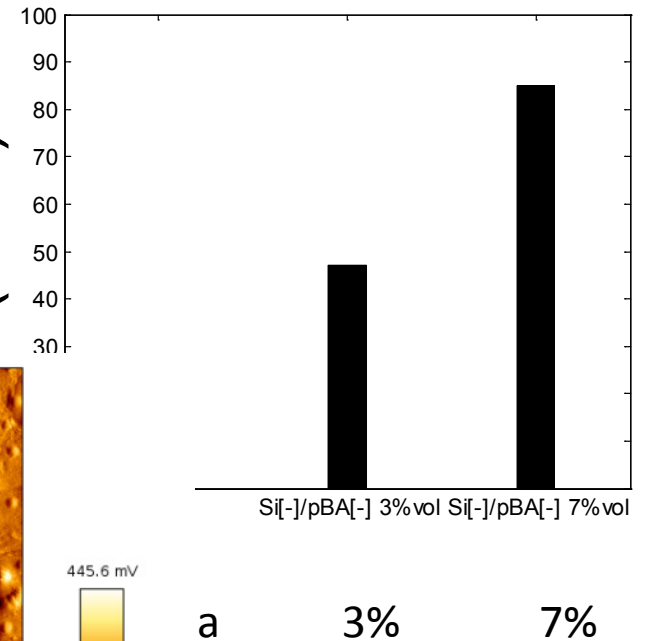
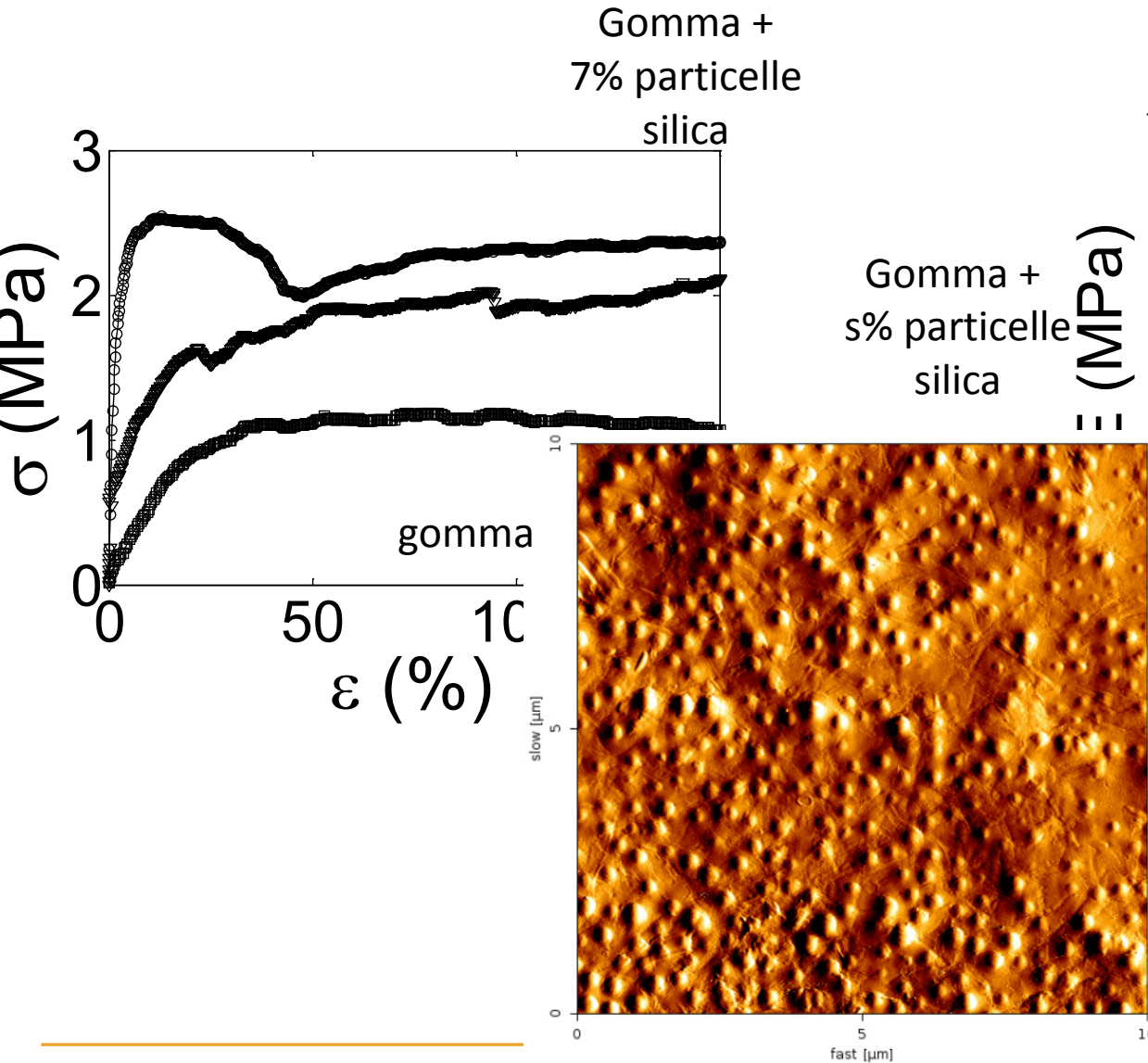
Proprietà del materiale



I materiali ottenuti da etero aggregazione con cariche opposte hanno proprietà meccaniche migliori

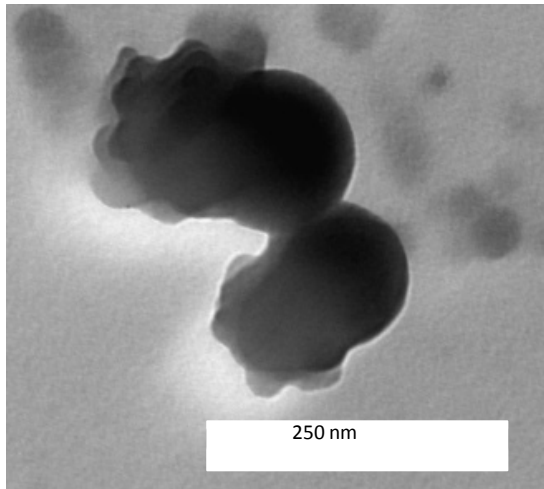
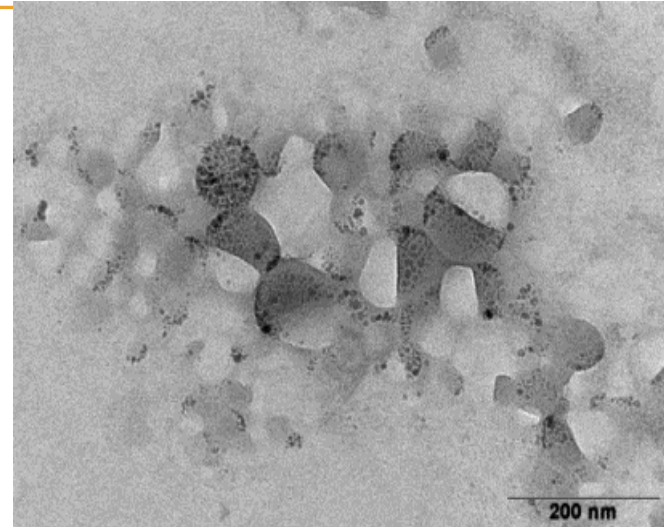
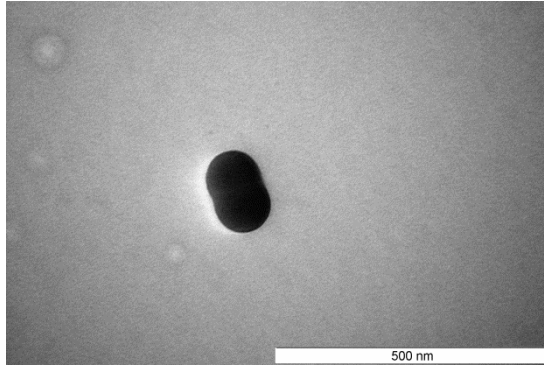
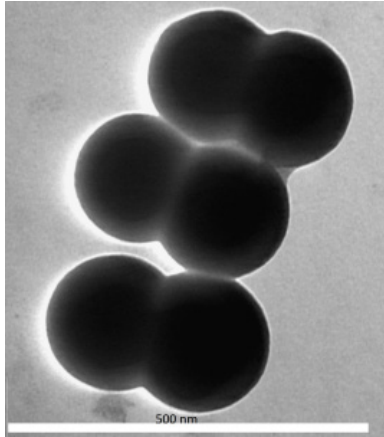


Proprietà del materiale

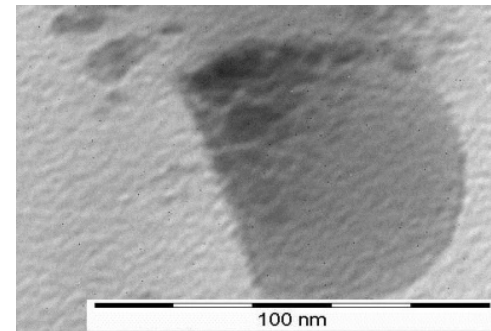




Esempi di particelle più complicate



Polystyrene dumbbells
(lobi con funzionalità differente)



Particelle JAnus
(miscele di due polimeri incompatibili, con
nanocristalli magnetici dispersi in una fase)



Vantaggi dell'approccio

- **Particelle di tipi diversi possono essere facilmente combinate**
 - **Le interazioni tra particelle possono essere controllati tramite la forza ionica della soluzione**
 - **Si può ottenere una aggregazione selettiva delle particelle (rinforzo, matrice, combinata)**
-



Ringraziamenti



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

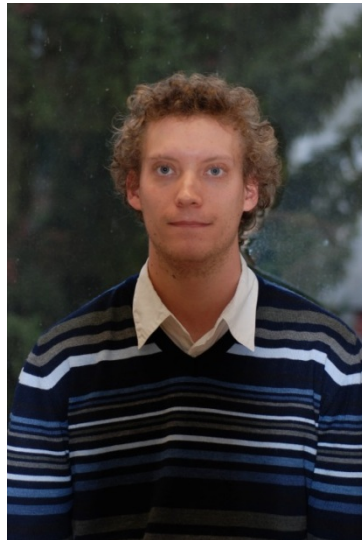


adolphe merkle institute
excellence in pure and applied nanoscience

UNIVERSITY
OF FRIBOURG
SWITZERLAND



Simonetta Rima



Florian Guignard
