



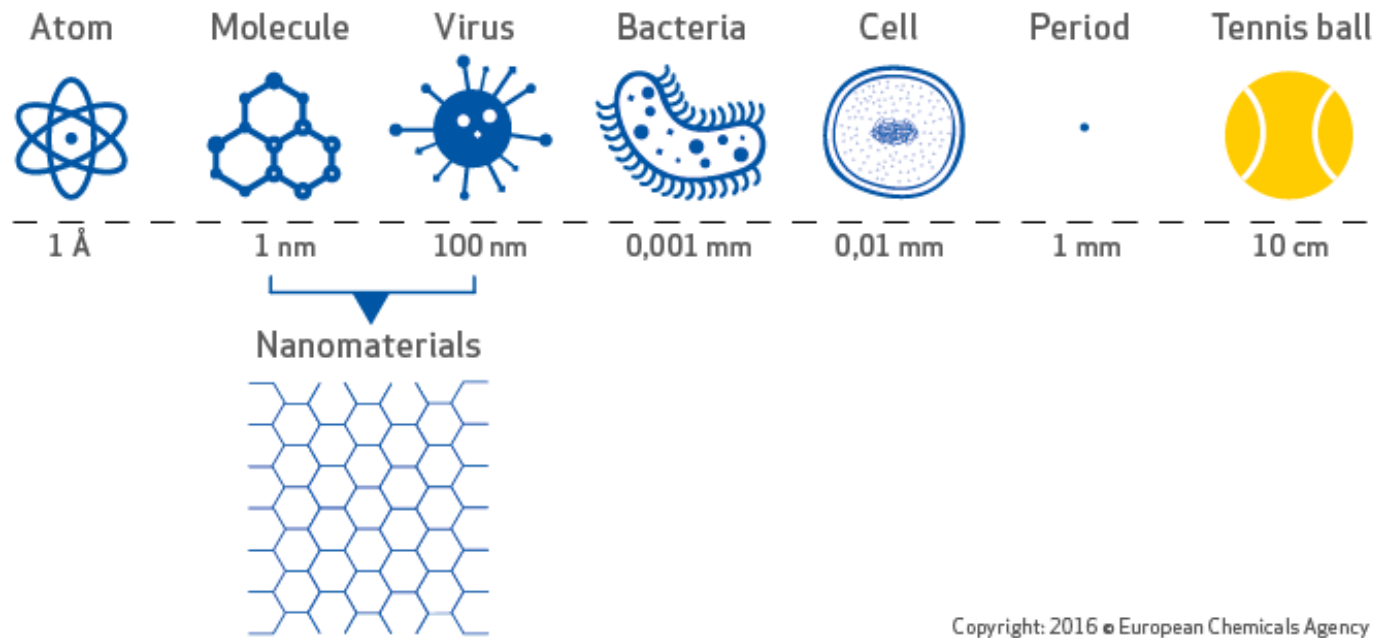
REACH_MANOMATERIALI E MICROPLASTICHE

Udine 12 dicembre 2019

**LE INTERAZIONI DELLE NANOPARTICELLE CON GLI
ORGANISMI E CON I VARI COMPARTI DELL'ECOSISTEMA**

Dania Esposito

ISPRA, Roma

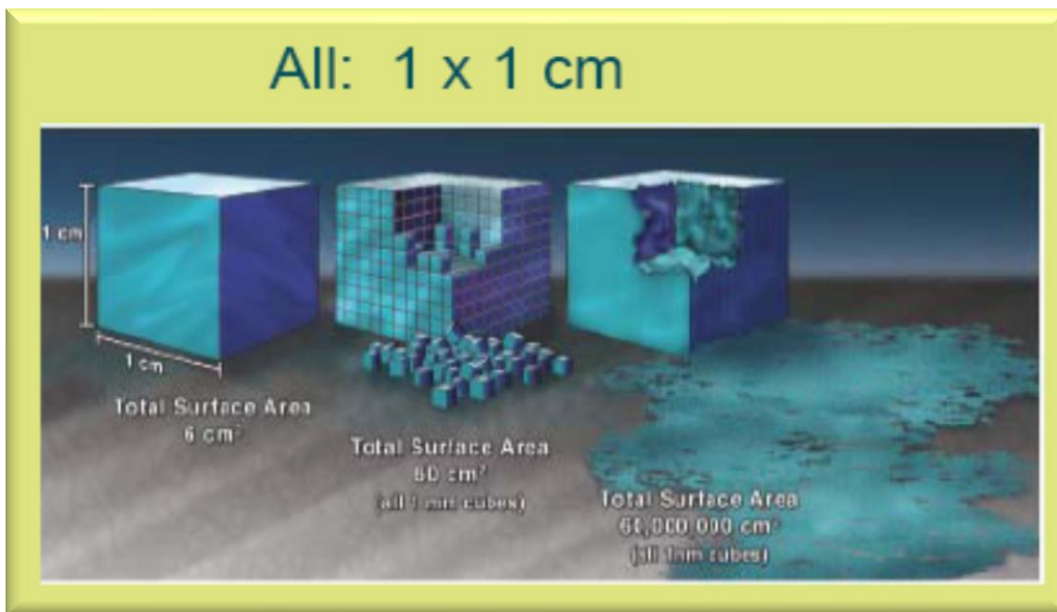


NANOMATERIALI (NM) sono particelle con una dimensione compresa tra circa 1 e 100 nanometri (nm).

- ✓ Anche presenti in natura, ad es. nelle polveri o nella cenere vulcanica
- ✓ O come conseguenza accidentale di attività umane (es. presenti nei gas di scarico delle automobili o emessi da candele accese)

NANOTECCNOLOGIE (NT): da molti anni alcuni nanomateriali vengono prodotti dall'industria (NM ingegnerizzati); con l'aiuto della scienza si è in grado di creare artificialmente tali particelle o materiali (processi "dal basso verso l'alto")

La dimensione nano determina un enorme incremento di superficie



SCHENIHR 2009 Update on possible risks of Nanotechnologies - CE DG Health & Consumers

Un elevato rapporto **superficie/volume**, le dimensioni, e la struttura ingegnerizzata possono conferire **proprietà chimiche, fisiche, elettriche, meccaniche** straordinarie rispetto a quelle degli stessi materiali non in nanoforma

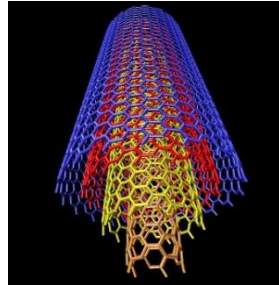
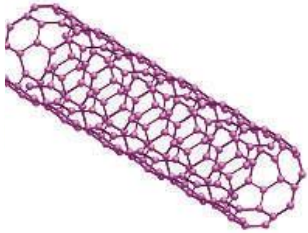
dimensione	numero	superficie totale
1 cm	1	6 cm ²
1 mm	1.000	60 cm ²
1 μm	1E+12	60.000 cm ² (6 m ²)
1 nm	1E+21	60.000.000 (6.000 m ²)

Nanotecnologia e innovazione



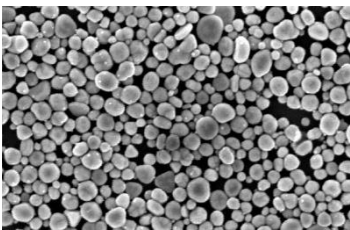
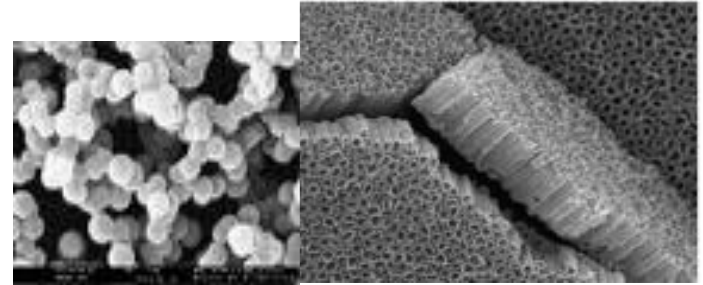
- ✓ Nuove caratteristiche: maggiore reattività chimica, carica superficiale, efficiente conducibilità elettrica, ecc.
- ✓ Nuove possibilità di applicazione: maggiore resistenza, durezza ecc.
- ✓ Possibilità di nuovi impieghi e nuovi prodotti che possono portare significative innovazioni e benefici alla società (campo aerospaziale, medico, cosmetico, tessile, elettronica, energia, automob.)

Esempi



nanotubi di C: materiali conduttori, additivi per aumentare la resistenza meccanica, elettrica e la resistenza al fuoco di resine termoplastiche e termoindurenti

TiO₂: cosmetici (filtri solari), gomma, pigmenti, materiali attenuatori di UV (vernici, plastiche, fibre)



Nanoparticelle di argento (Ag-NP) : elettronica, rivestimenti in metallo, applicazioni mediche, pigmenti

Nuove sfide - nuove opportunità

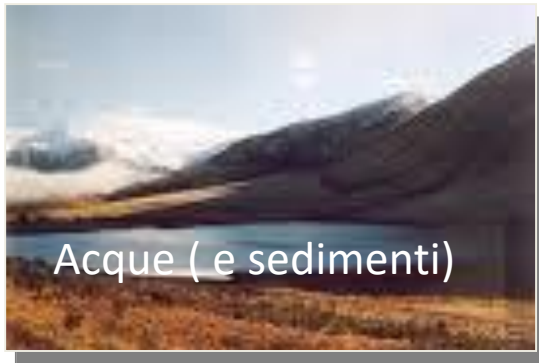
Le stesse proprietà peculiari che li rendono particolarmente adatti a molte applicazioni, possono influenzare il modo in cui i nanomateriali interagiscono con i sistemi biologici (proteine, cellule, tessuti) e rappresentare rischi e suscitare preoccupazioni per la salute per l'uomo e l'ambiente

- ✓ Nel corso degli anni i timori per i potenziali rischi ambientali per l'uso di nanomateriali sono aumentati
- ✓ Anche la conoscenza del **destino ambientale** e degli **effetti** dei nanomateriali è aumentata notevolmente negli ultimi anni
- ✓ Tuttavia ci sono ancora molte **lacune da colmare** riguardo a:
 - ✓ Esposizione ambientale
 - ✓ Come le condizioni ambientali possono influenzare l'esposizione e gli effetti
 - ✓ Applicabilità di test standard

Interazione di nanomateriali con sistemi biologici

- per comprendere i **potenziali rischi** è importante studiare le **interazioni tra nanomateriali e sistemi biologici**
- Per lo studio delle interazioni dei NM con i sistemi viventi è importante una conoscenza approfondita delle loro **caratteristiche fisico-chimiche**
- Necessità di sviluppo, adattamento e ottimizzazione **di adeguati metodi** di prova *in vitro* per studiare le interazioni tra cellule e nanomateriali e per comprenderne gli effetti

Comparti ambientali di riferimento

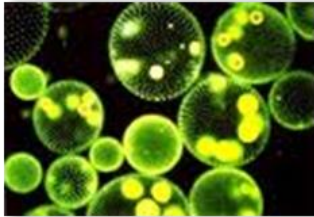


Informazioni necessarie per una valutazione ecotossicologica

Le informazioni sulla pericolosità dei NM per le **specie acquatiche** riguardano: **effetti letali**, sulla **riproduzione**, sullo **sviluppo** e sul **comportamento**.

A disposizione numerosi protocolli di test di tossicità (serie OECD), per la valutazione della tossicità su organismi acquatici pelagici, **rappresentativi dei 3 livelli trofici**:

produttori primari (alghe e piante),



consumatori primari
(invertebrati-
Daphnia magna)



consumatori secondari (pesci)



Negli studi ecotossicologici i NM dovrebbero essere testati nella forma in cui sono realmente presenti nell'ambiente

I dati sono riportati come:

LC_{50} (concentrazione che provoca la morte del 50% degli organismi testati, a tempi specifici, ad es., 48, 96 ore) e

EC_{50} (concentrazione in grado di produrre un'incidenza pari al 50% dell'effetto scelto come misura della tossicità).

Sistemi acquatici - aspetti specifici per i NM

- ✓ **effetti fisici** nei test di tossicità acquatica
 - ✓ effetti meccanici non associati a reazioni chimiche (es. schermatura dalla luce per le alghe, comportamento alimentare alterato o mobilità ridotta dei crostacei)
- ✓ influenza della **frazione disciolta** sulla tossicità acquatica
 - ✓ Nei test di ecotossicità tradizionali la frazione disciolta è considerata responsabile degli effetti biologici
 - ✓ La dissoluzione è rilevante quando vengono rilasciati ioni o molecole solubili dalla superficie dei NM
- ✓ **assorbimento, internalizzazione e traslocazione**
 - ✓ possono verificarsi in modi diversi con effetti più frequentemente riportati ai livelli trofici più elevati di *Daphnia* e pesce
 - ✓ Necessità di linee guida di test armonizzati e validati per effetti comportamentali o la presenza di NM all'interno degli organismi (ad es. intestino di *Daphnia*)
 - ✓ i test di tossicità acuta poco rilevanti

Evaluation of Chronic Nanosilver Toxicity to Adult Zebrafish

Roberta Pecoraro¹, Fabio Marino², Antonio Salvaggio³, Fabiano Capparucci², Gianfranco Di Caro⁴, Carmelo Iaria², Andrea Salvo⁵, Archimede Rotondo⁵, Daniele Tibullo⁶, Giulia Guerriero⁷, Elena M. Scalisi¹, Massimo Zimbone⁸, Giuliana Impellizzeri⁸ and Maria V. Brundo^{1*}

¹ Department of Biological, Geological and Environmental Science, University of Catania, Catania, Italy, ² Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Messina, Italy, ³ Experimental Zoophylactic Institute of Sicily, Catania, Italy, ⁴ Department of Veterinary Sciences, University of Messina, Messina, Italy, ⁵ Department of Biomedical, Dental and Morphological and Functional Sciences, University of Messina, Messina, Italy, ⁶ Department of Biomedical and Biotechnological Sciences, University of Catania, Catania, Italy, ⁷ Department of Biology, University of Naples Federico II, Naples, Italy, ⁸ CNR-IMM, Catania, Italy

Effects of TiO₂ nanoparticles on the aquatic plant *Spirodela polyrrhiza*: Evaluation of growth parameters, pigment contents and antioxidant enzyme activities











Ali Movafeghi^{1,*}, Alireza Khataee^{2,3}, Mahboubeh Abedi^{1,2}, Roshanak Tarrahi¹, Mohammadreza Dadpour⁴, Fatemeh Vafaei¹

1. Department of Plant Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Tabriz, Tabriz 51666-16471, Iran
2. Research Laboratory of Advanced Water and Wastewater Treatment Processes, Department of Applied Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Tabriz, Tabriz 51666-16471, Iran
3. Department of Materials Science and Nanotechnology, Near East University, 99138 Nicosia, North Cyprus, Mersin 10, Turkey
4. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz 51666-16471, Iran



Cite this: *Environ. Sci.: Nano*, 2019, 6, 1985

Tools and rules for modelling uptake and bioaccumulation of nanomaterials in invertebrate organisms†

Nico W. van den Brink, *^a Anita Jemec Kokalj, ^b Patricia V. Silva,^c Elma Lahive,^d Karin Norrfors, ^e Marta Baccaro, ^a Zahra Khodaparast,^c Susana Loureiro, ^c Damjana Drobne, ^d Geert Cornelis, ^e Steve Lofts, ^f Richard D. Handy, ^g Claus Svendsen,^d Dave Spurgeon^d and Cornelis A. M. van Gestel ^h




Yue et al. *J Nanobiotechnol* (2017) 15:16
DOI 10.1186/s12951-017-0254-9

Journal of Nanobiotechnology

Review

The Biological Fate of Silver Nanoparticles from a Methodological Perspective

Damjana Drobne¹, Sara Novak¹, Iva Talaber^{1,*}, Iseult Lynch²  and Anita Jemec Kokalj¹

¹ Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Ljubljana 1000, Slovenia; damjana.drobne@bf.uni-lj.si (D.D.); sara.novak@bf.uni-lj.si (S.N.); anita.jemec@bf.uni-lj.si (A.J.K.)

² School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, Birmingham B15 2TT, UK; I.Lynch@bham.ac.uk

* Correspondence: iva.talaber@bf.uni-lj.si; Tel.: +386-1423-3378

Received: 26 April 2018; Accepted: 31 May 2018; Published: 5 June 2018



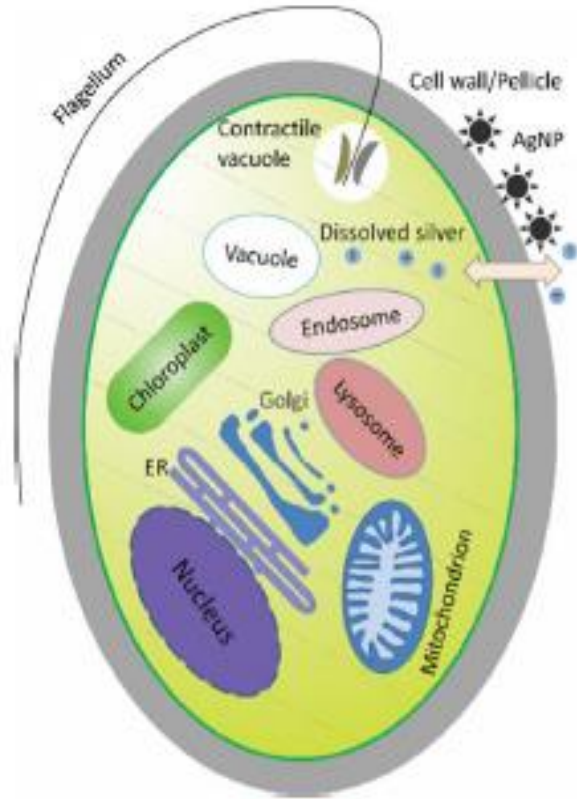
RESEARCH

Open Access

Interaction of silver nanoparticles with algae and fish cells: a side by side comparison

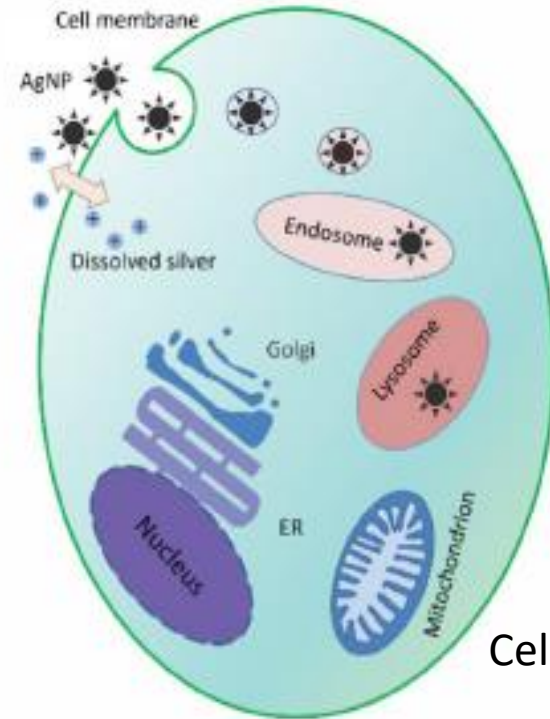
Yang Yue^{1,2,4}, Xiaomei Li^{1,2}, Laura Sigg^{1,3,5}, Marc J-F Suter^{1,3}, Smitha Pillai^{1,3}, Renata Behra^{1,3*} and Kristin Schirmer^{1,2,3*}

A causa della barriera che circonda la membrana cellulare, AgNP non può essere assorbito dalle **cellule algali** ma adsorbire sulla superficie cellulare, e la tossicità è quindi indotta dall'argento disciolto.



Cellula algale

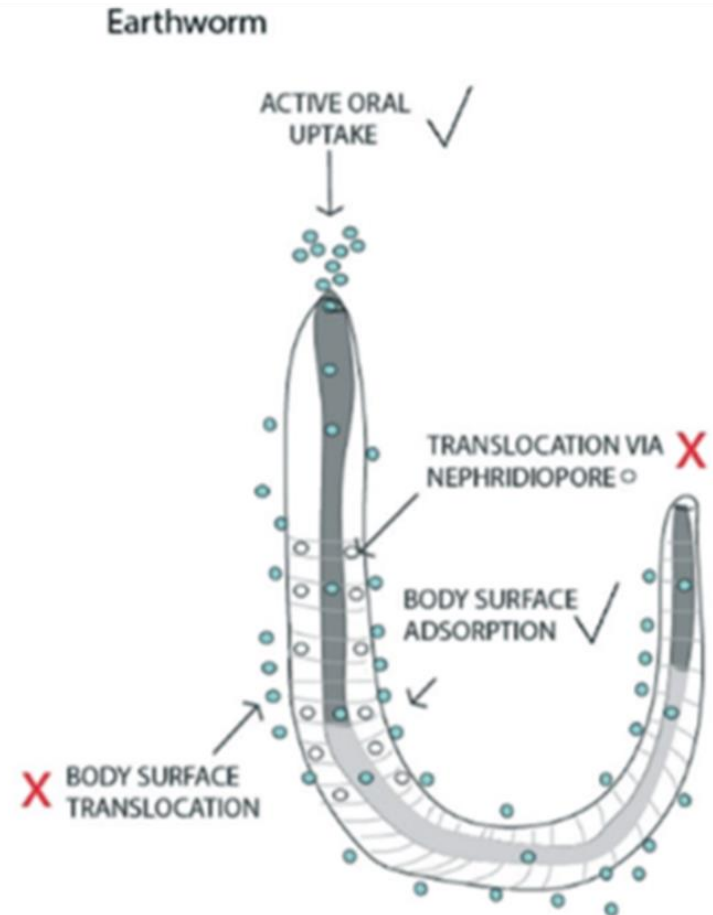
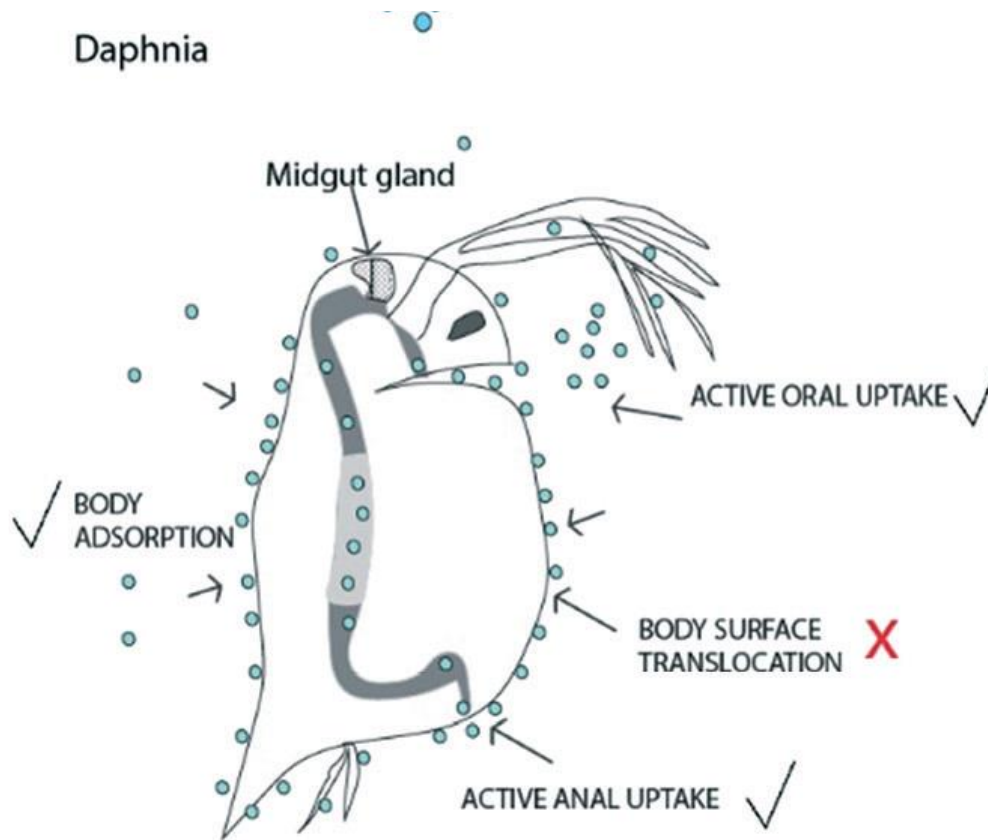
nelle cellule di pesce, AgNP possibilità di assorbito tramite **endocitosi**, causando tossicità sia dall'argento disciolto sia per effetto specifico delle nanoparticelle



Cellula di pesce

Yue et al. J Nanobiotechnol (2017) 15:16

Assorbimento attivo e passivo di nanomateriali in specie rappresentative di invertebrati



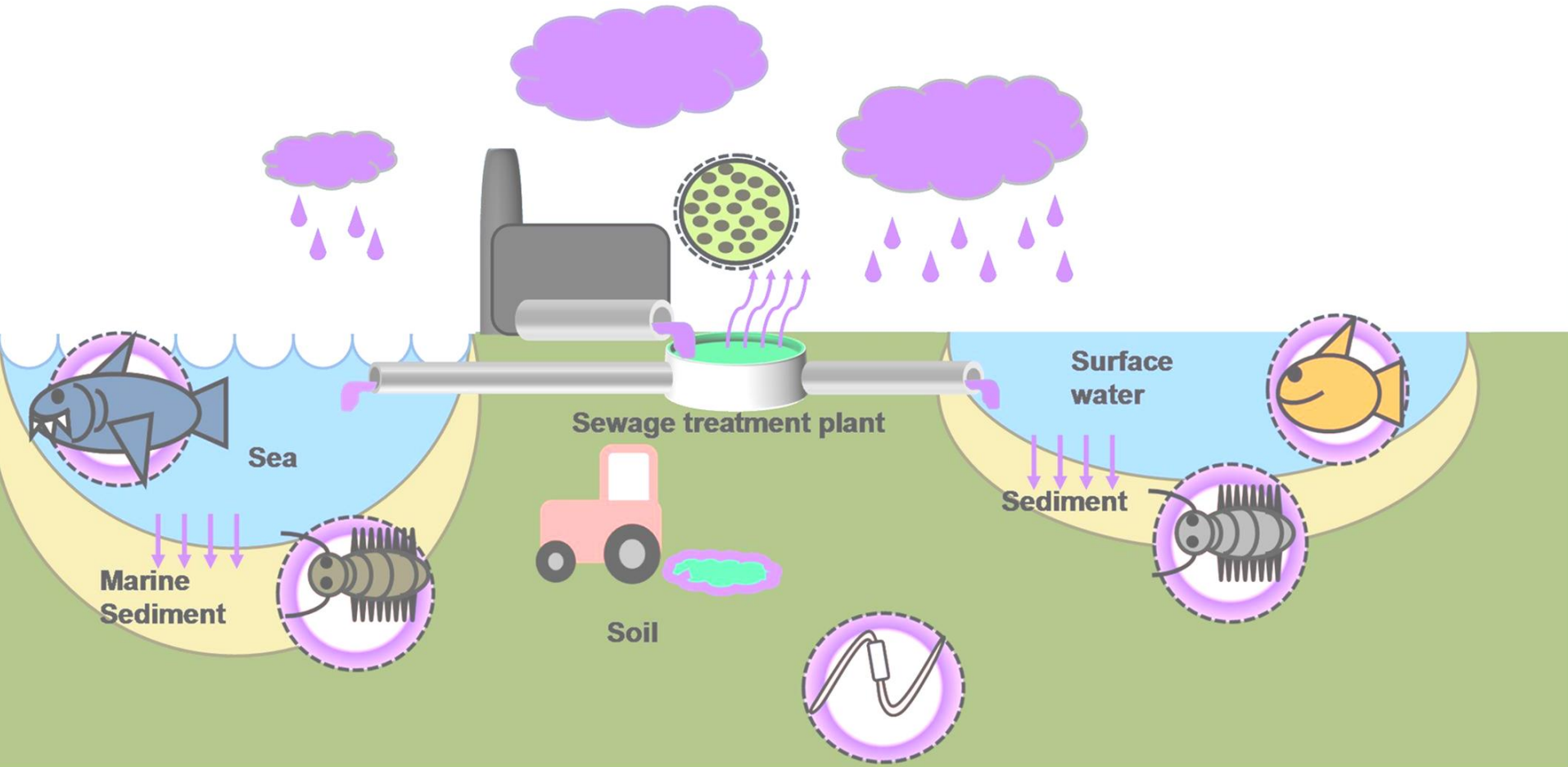
Modificato da Nico W. van den Brink Environ. Sci.: Nano, 2019

Possibili meccanismi di azione

- ✓ Effetti cellulari osservati dovuti alla capacità di generare ROS (specie reattive dell'ossigeno), ad. es. danni alla membrana e agli acidi nucleici, destabilizzazione proteica, e perossidazione lipidica (Klaine et al. 2008)
- ✓ questi sono definiti **stress ossidativi**, che possono portare a genotossicità e citotossicità (Fu et. Al 2014; Vale e al 2016)

Nanomateriali nell'ambiente

Atmosphere



Il rilascio nell'ambiente, processi di trasformazione rilevanti

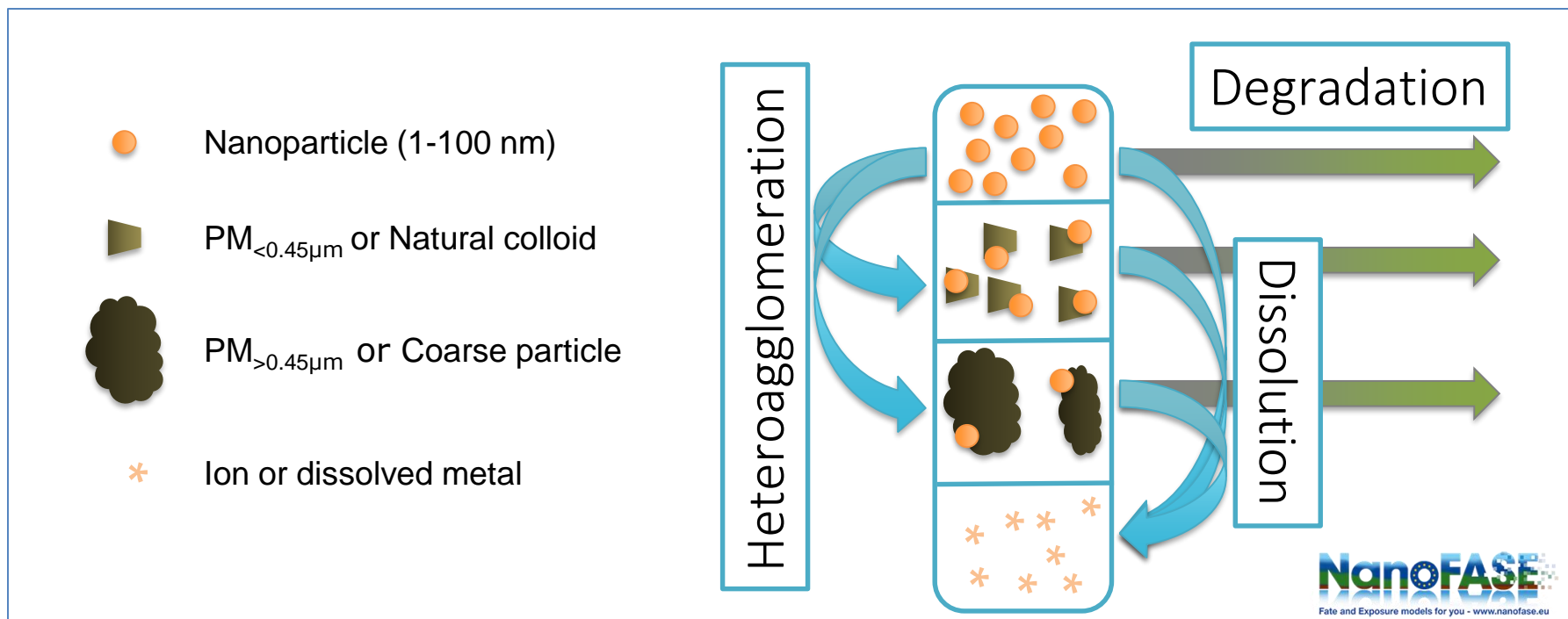
Una volta entrate nell'ambiente, le nanoparticelle (NP) possono:

- ✓ rimanere intatte
- ✓ essere sottoposte a uno o più processi di dissoluzione, speciazione, trasformazione biologica o chimica, agglomerazione, deposizione
- ✓ interagire con la sostanza organica naturale (NOM) modificando la superficie della NP (ad esempio, creando una «corona») e quindi le nuove proprietà fisico-chimiche possono alterare destino e biodisponibilità

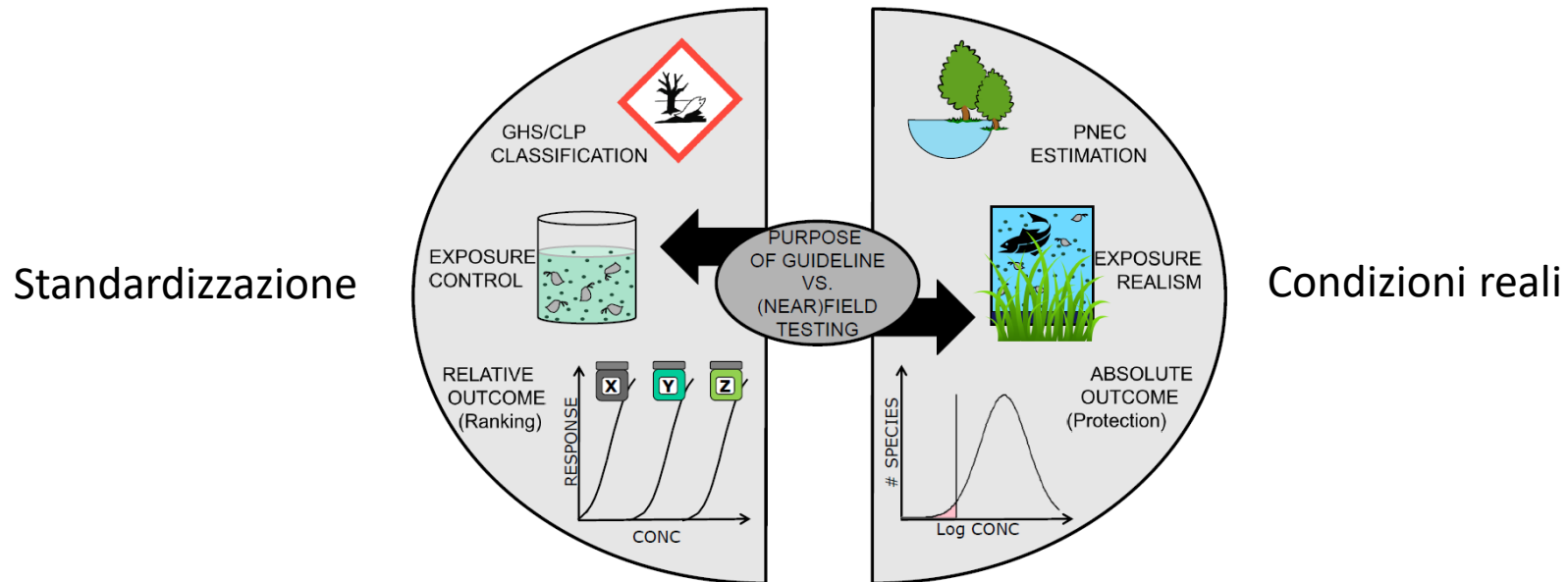
In generale sono necessari **studi su NM modificati dall'ambiente (aging/weathered)**, effetti cronici a lungo termine, bioaccumulo e esposizione di organismi bentonici

Modelli di trasformazione di NP nell'ambiente

Trasformazione di NP



Quanto sono realistiche le sperimentazioni di laboratorio?



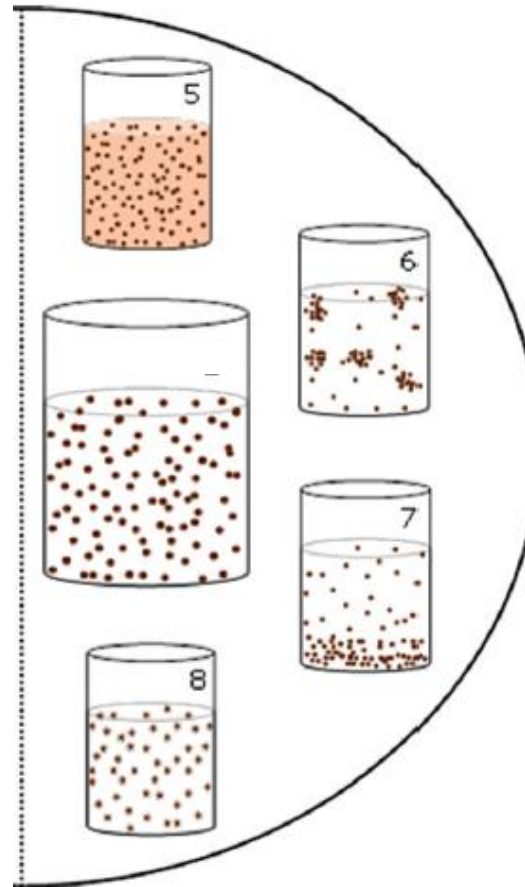
Hjorth, Skjolding, Sørensen, Baun (2017) Regulatory adequacy of aquatic ecotoxicity testing of nanomaterials. NanoImpact (submitted)

In generale è critica la mancanza di informazioni sul comportamento dei NM nei sistemi ambientali
Lacune di informazioni sulle concentrazioni di NM in comparti ambientali (monitoraggio ambientale)

Processi che possono causare una concentrazione instabile durante il test sperimentale

L'esposizione spesso non è costante

- ✓ una nuova identità chimico-fisica influenza il destino e la biodisponibilità nel tempo
- ✓ Gli artefatti possono causare risultati imprecisi negli esperimenti

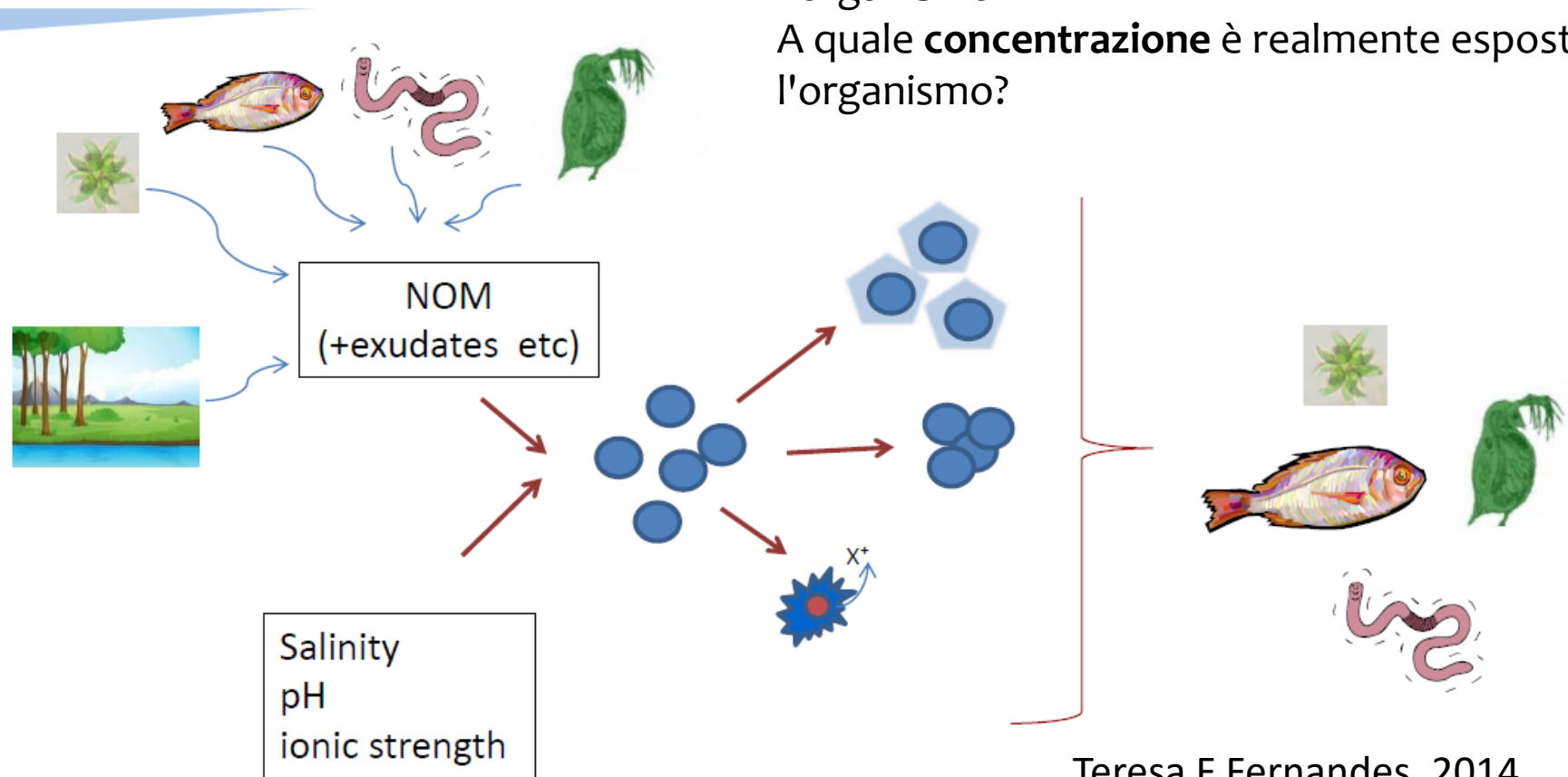


- 5) dissoluzione,
- 6) agglomerazione
- aggregazione,
- 7) sedimentazione
- 8) trasformazioni superficiali e reazioni, e cambiamenti ai rivestimenti / agenti stabilizzanti

Modificato da Angew. Chem. Int. Ed. 2016, 55, 15224 – 15239

Interazioni dinamiche tra organismi e NM

A quale **forma** di NM è realmente esposto l'organismo?
A quale **concentrazione** è realmente esposto l'organismo?



Teresa F Fernandes, 2014

Criticità in sintesi

- ✓ **Comparto acqua:**

E' cruciale capire il ruolo della sostanza organica naturale (NOM): possibile aggregazione e dispersione (sospensione di particelle discrete insolubili in un fluido)

- ✓ **Comparti suolo e sedimenti:**

Probabile aggregazione e deposizione su substrati, degradazione o dissoluzione

In generale è critica la mancanza di informazioni sul comportamento dei diversi NM nei sistemi ambientali

Inoltre, servono informazioni sulle concentrazioni di NM in comparti ambientali (**monitoraggio ambientale**)



JUPITERIMAGES/RHONDA SAUNDERS