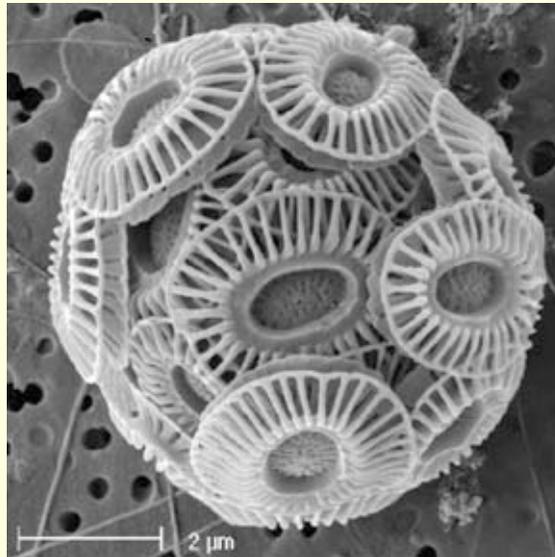


A l'école du vivant

Matériaux biomimétiques et
nanotechnologies

Emiliana Huxleyi



<http://www.soes.soton.ac.uk/staff/tt/>

Définition

« Biomimetics is the study of biological structures, their function, and their synthetic pathways, in order to stimulate and develop these ideas into synthetic systems similar to those found in biological systems. »

Mekmet Sarikaya et Olhan Aksai (1995)

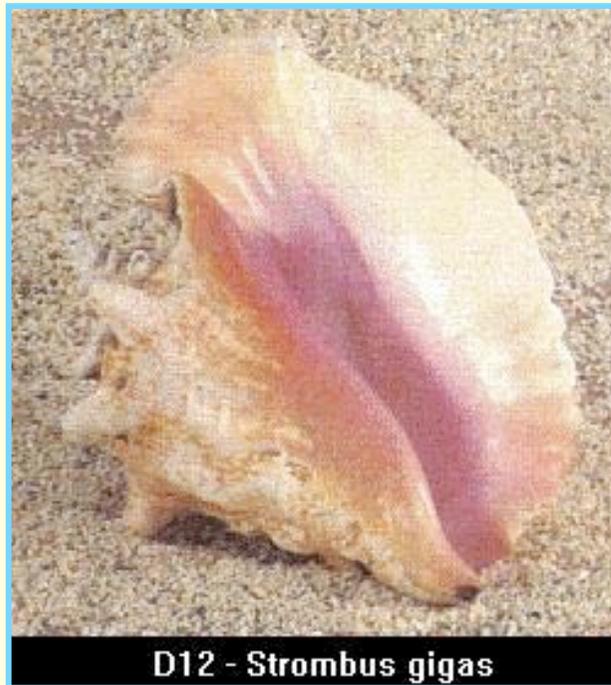
Stratégies d'innovation

IMITER	HYBRIDER
Copier ➤ <i>nature modèle</i>	S'intégrer ➤ <i>nature système</i>
S'inspirer ➤ <i>nature exemple</i>	S'approprier ➤ <i>nature machine</i>

Copier.

La nature comme modèle

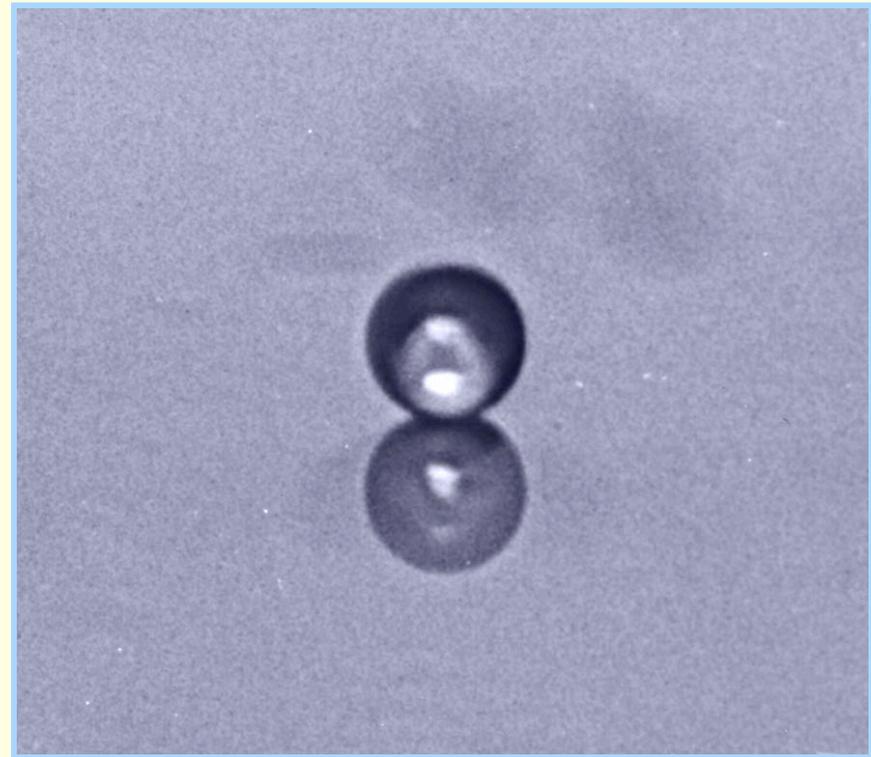
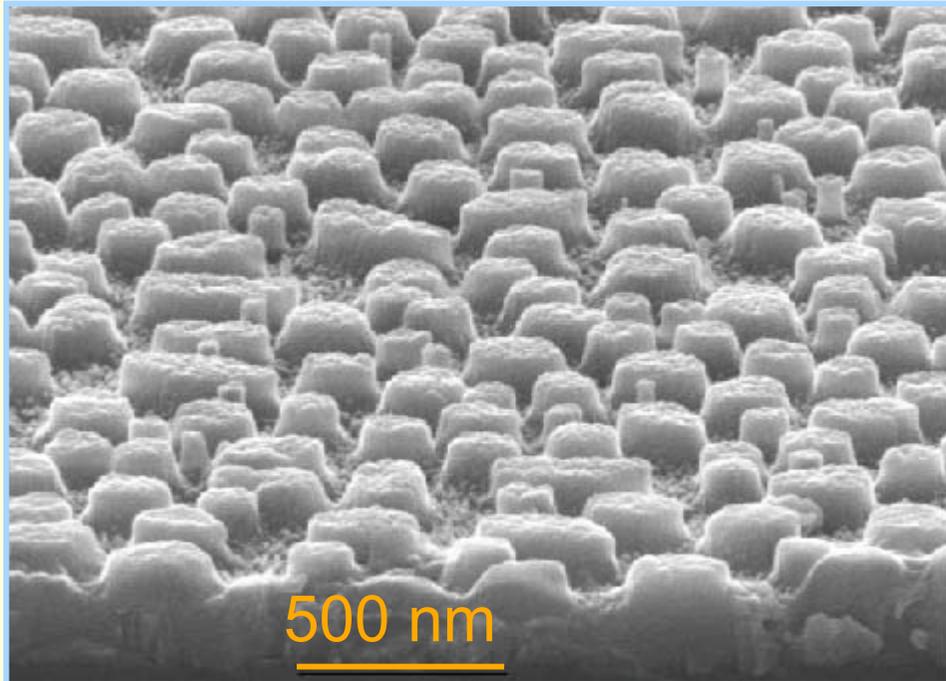
Strombus gigas, composite multi-échelle



Feuilles nénuphar



Vitrageménaphar



Quid du modèle?

- Pas le vivant comme tel (plus modeste)
- Pas vision d'ensemble (détail local)
- Imitation/abstraction
(structure/propriété/fonction)

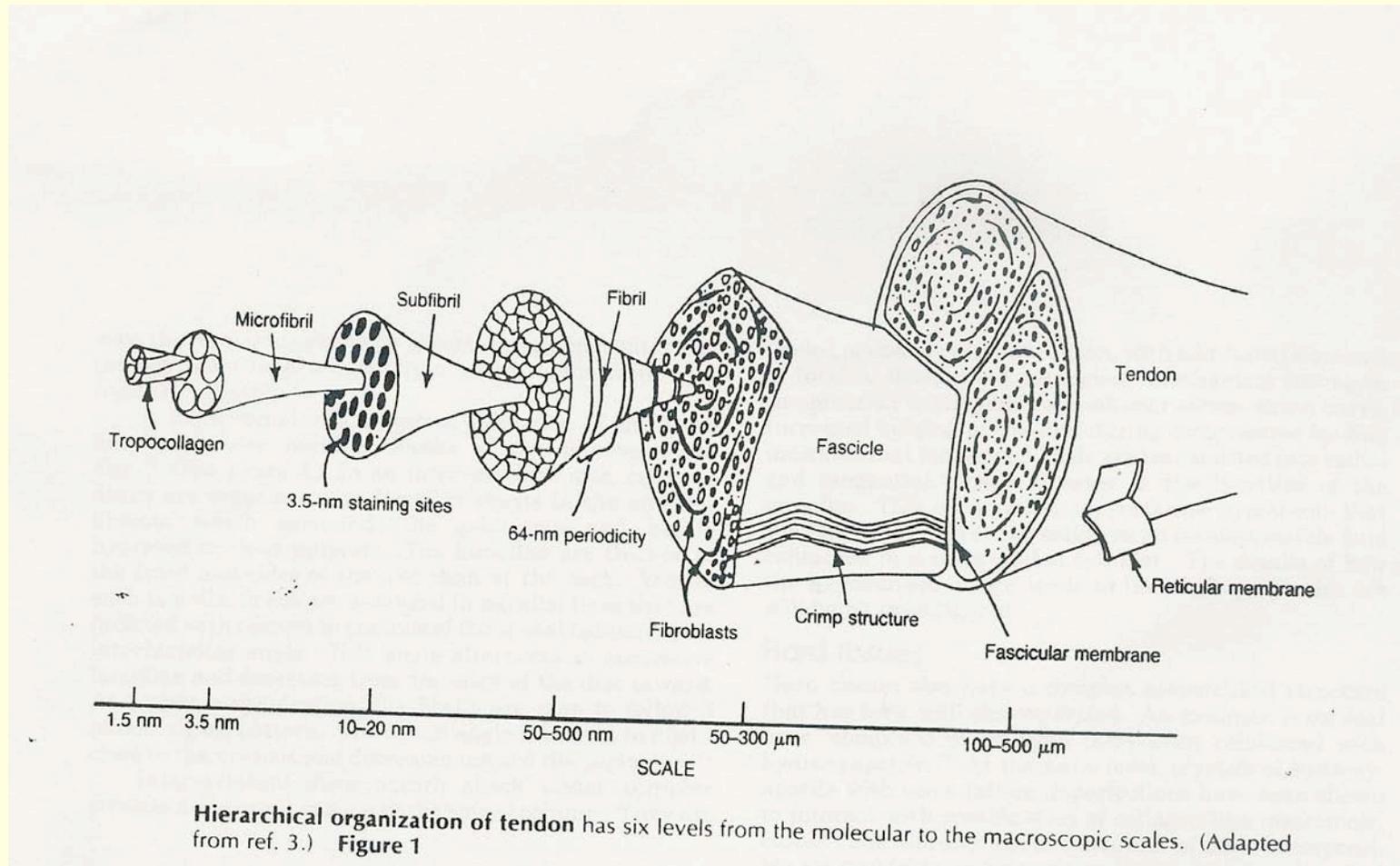
S'inspirer

La nature comme exemple

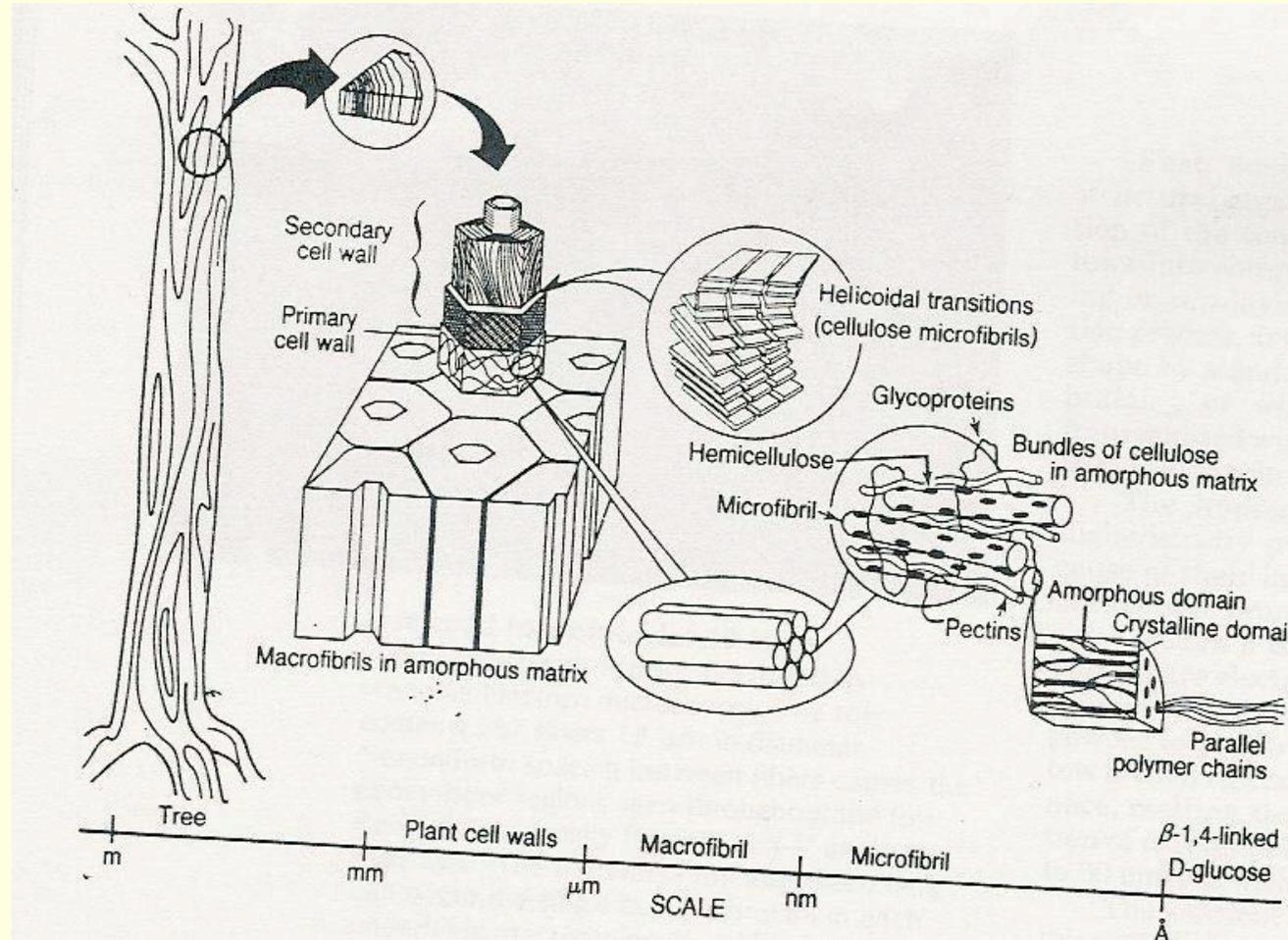
Les leçons du vivant

- Structures composites
- Structures hiérarchiques
- Démarche bottom-up
- Auto-assemblage

Structure hiérarchique du tendon



Le bois: Structure hiérarchique



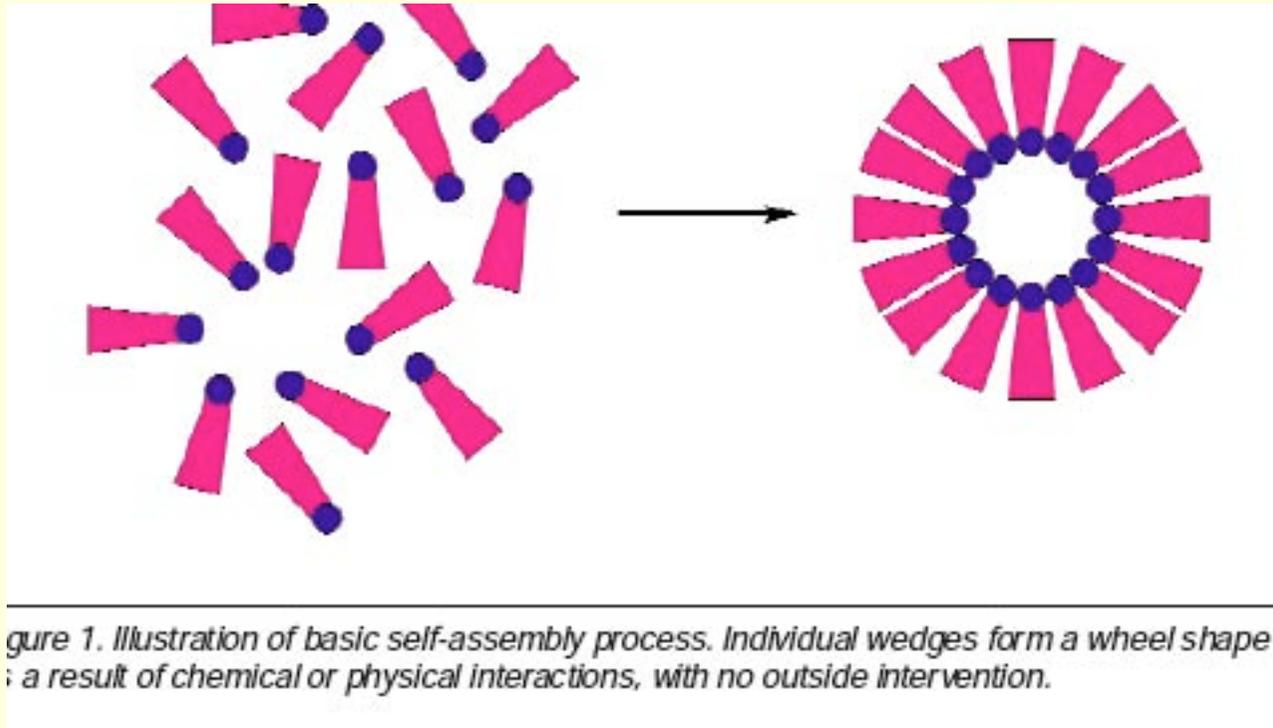
Trois aspects des structures hiérarchiques

- - niveaux discrets (au minimum 4)
 - interactions spécifiques (de surface) entre composants
 - Organisation adaptée à un ensemble de fonctions
- « A hierarchical biocomposite is more than just a material out of which larger objects can be built. Rather, it is a complete structural **system** in itself. »

Démarche Bottom-up

- Eric K Drexler: *Engines of Creation* (1986)
 - Nanopièces de lego
 - Nano-assembleurs (cf ribosomes)
- Critiques de Richard Smalley
 - gros doigts (*fat fingers*)
 - Doigts collants (*sticky fingers*)

Auto-Assemblage

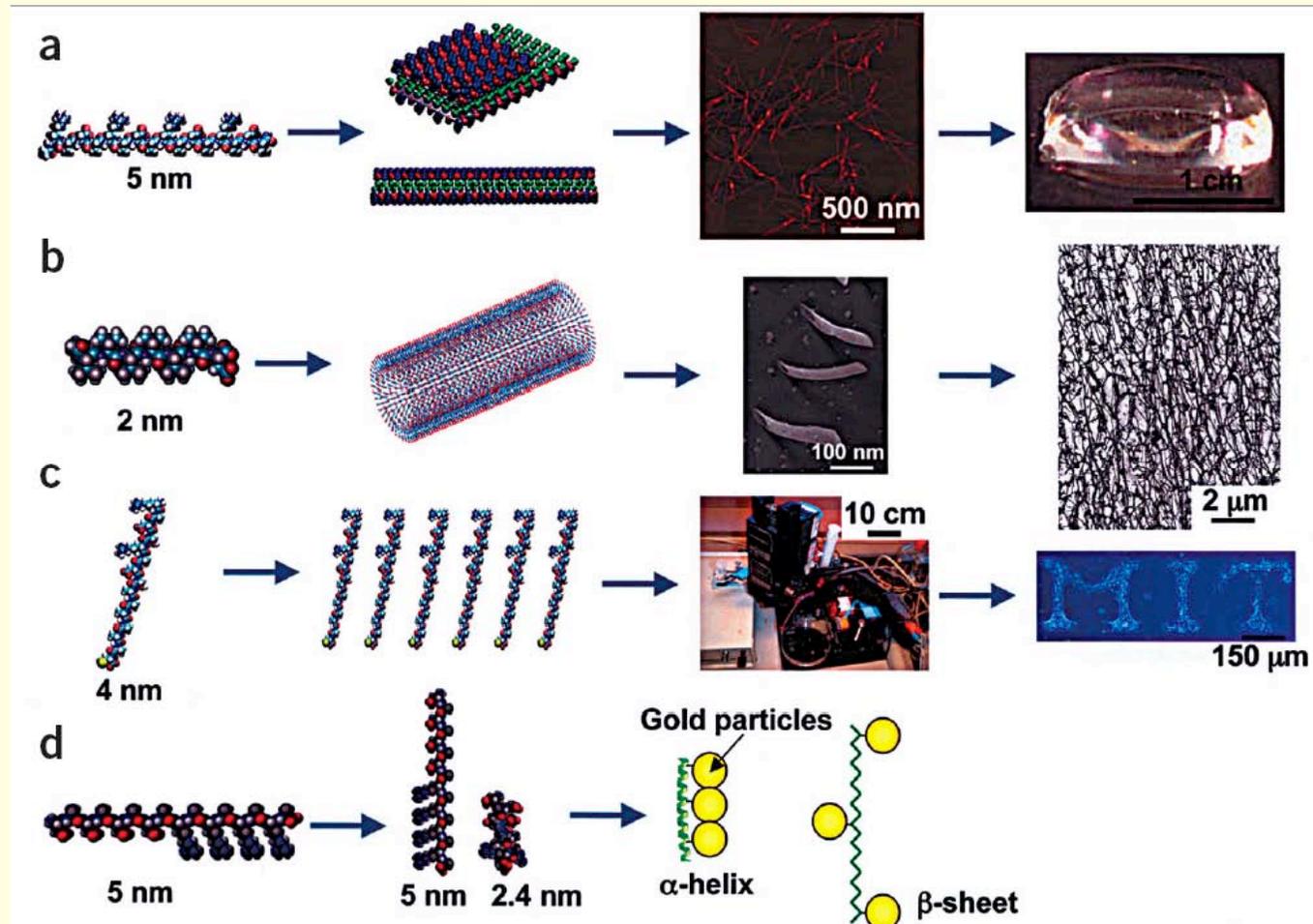


Auto-assemblage

Mise en ordre d'éléments pour former des structures en 2 ou 3D.

- Spontané
- Réversible
- Deux variétés:
 - soit statique (énergie minimale)
 - Soit dynamique (avec dissipation énergie)

4 processes of self-assembly



Mesoscale self-assembly

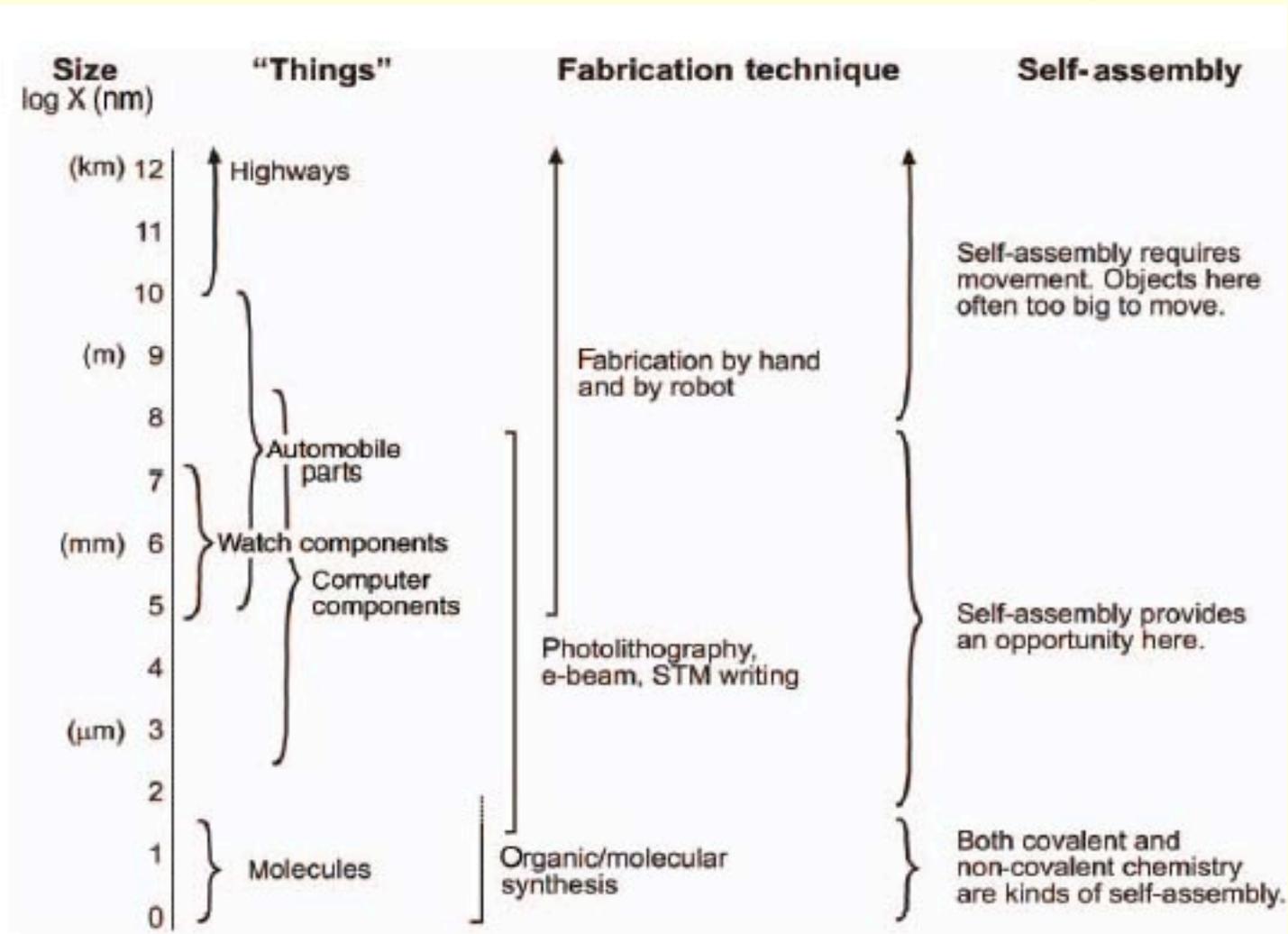


Figure 1. Chart illustrating the general scheme of "making things" at size scales ranging from nanometers to kilometers, and the possible niches for application of mesoscale self-assembly.

Matériaux composites naturels	Matériaux composites synthétiques
Organisation multi-échelles (moléculaire , micro, meso, macroscopique)	Fibres et matrices ne sont pas elles- mêmes composites
Agencement des niveaux forme système multifonctionnel	Multifonctions par addition propriétés des composants
Procédés naturels	Procédés techniques
Température ambiante + basse énergie (ATP)	Températures élevées (différence de températures) hautes énergies
Agitation permanente des éléments Mouvement brownien	Pas de fluctuations
Plasticité: changement de conformation des parties suivant conditions extérieures	Rigidité des parties
Surfaces adhésives (van der Waals)	Surfaces séparées
Changement du nombre de composants cellulaires	Nombre fixe
Auto-assemblage des parties (instructions internes à la molécule)	Assemblage par intervention d'un programme externe
Équilibre local (entre mouvement brownien et force d'adhésion) dans	

S'intégrer

La nature comme système

Technologie d'avenir

- Objectif 1: créer analogue toléré puis intégré par organisme
- Objectif 2: créer dispositif avec son milieu associé (effets synergie)

S'approprier

La nature comme machine

Bionanotechnologies

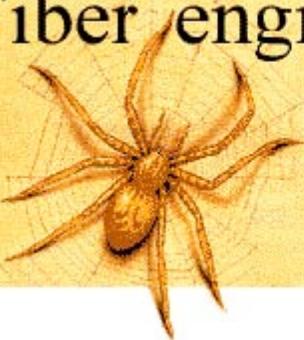
- Briques élémentaires (DNA, RNA, protéines)
- Dispositifs fonctionnels
- Modification génétique

DuPont spider silk



Better things for better living

Fiber engineers,
meet thy master.



Chrysops callidus,
the common deerfly
...unwitting inspiration behind
a remarkable natural fiber.



Le vivant machine

- Pièces détachées
- Isolables
- Manipulables
- standardisées
- échangeables

Biologie synthétique

- Programme en 3 phases
 - Décomposer procédés du vivant en unités élémentaires
 - Assembler en modules fonctionnels
 - Constituer bibliothèque biobriques
Registry of Standard Biological Parts.