

Nanomatériaux: Synthèses, caractérisations et applications

Chapitre I

Introduction aux nanomatériaux

Ben Romdhane Mohamed Ramzi

ENSTAB AU2020-2021

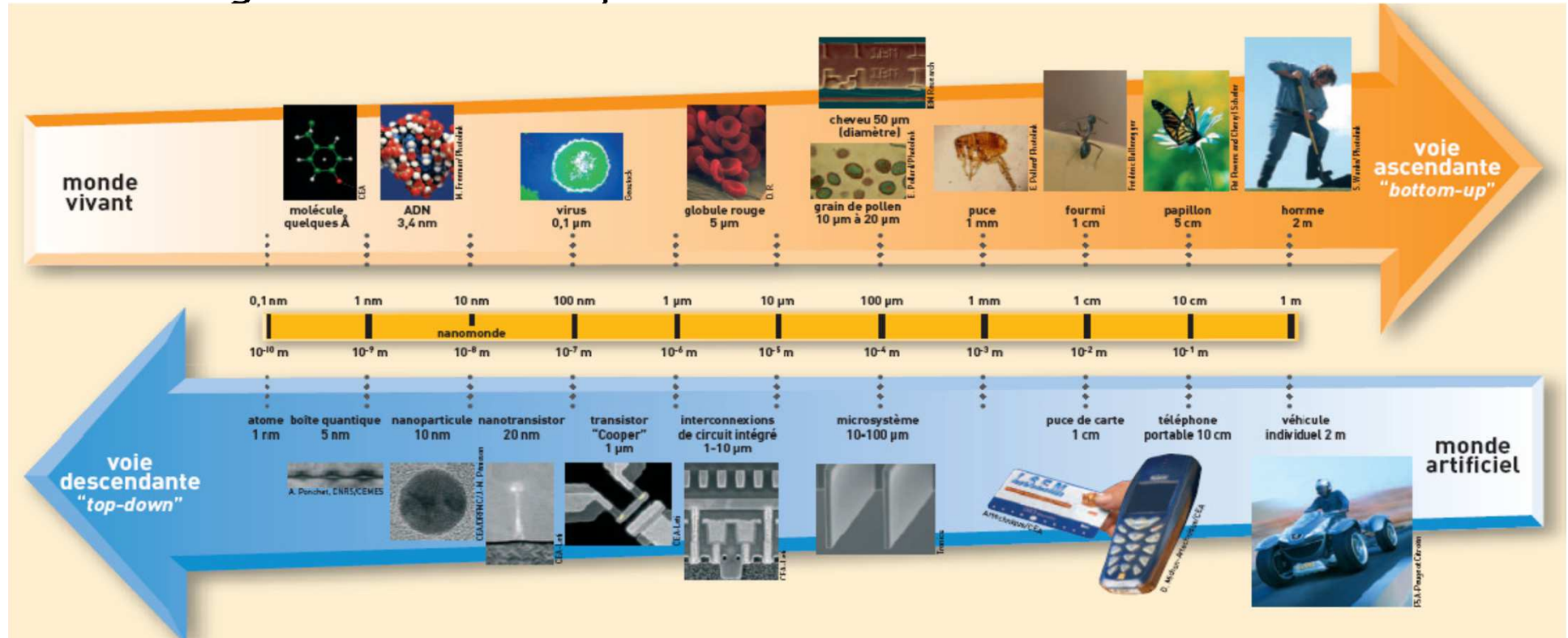
I- Introduction

Les nanotechnologies, dont font partie les nanomatériaux, prennent une place de plus en plus importante dans notre société. Du domaine médical au domaine énergétique, en passant bien évidemment par le secteur de l'électronique, ces nanomatériaux offrent de nombreuses perspectives. Leur développement recèle un potentiel considérable dans l'avancée des connaissances et dans la transformation de notre vie quotidienne.

II- Généralités et définitions :

- Loi d'échelle

Du grec nano : « tout petit » $1\text{nm} = 1\text{m}/1\,000\,000\,000 = 10^{-9}\text{ m}$



- L'approche top-down (ou descendante) est basée sur la miniaturisation. On part de blocs de matière que l'on divise autant de fois que nécessaire pour arriver à un objet de taille nanométrique.
- L'approche bottom-up (ou ascendante) est basée sur l'assemblage d'atomes ou de molécules à l'image d'un LEGO. Cette fabrication ascendante, similaire à la voie suivie par la nature pour l'auto-assemblage, permet de travailler atome par atome, molécule par molécule.

II.1. Nanosciences

Les nanosciences étudient les propriétés des objets de taille inférieure à quelques centaines de nanomètres (nm). Elles s'intéressent à l'étude des phénomènes, la manipulation de la matière aux échelles atomiques, moléculaires et macromoléculaires, où les propriétés (physico-chimiques) diffèrent sensiblement de celles qui prévalent à une plus grande échelle.

II.2. Nanotechnologies

Les nanotechnologies peuvent être définies comme l'ensemble des études et des procédés de fabrication et de manipulation de structures, de dispositifs et de systèmes matériels à l'échelle du nanomètre (nm).

Les nanotechnologies se définissent aussi comme la préparation, la caractérisation, la manipulation et le contrôle d'atomes ou de petits groupes d'atomes ou de molécules en vue de construire de nouveaux matériaux dotés de nouvelles propriétés uniques.

II.3. Nanomatériaux

Un nanomatériau est un matériau possédant des propriétés particulières à cause de sa structure nanométrique. Cette structure est habituellement issue de la nanotechnologie.

II.4. Nano-objets

Le terme ne possède pas une définition unique. Pour certains, un nano-objet est un objet dont toutes les dimensions dans l'espace sont de l'ordre du nanomètre (comprises entre 1 et 100 nanomètres). Pour d'autres, il s'agit d'un corps dont au moins une des dimensions (longueur, diamètre, épaisseur) est de cet ordre. Nous adopterons ici l'acception large, à cause des nanotubes de carbone qui, bien qu'ayant un diamètre de quelques nanomètres, peuvent désormais atteindre une longueur de l'ordre du centimètre.

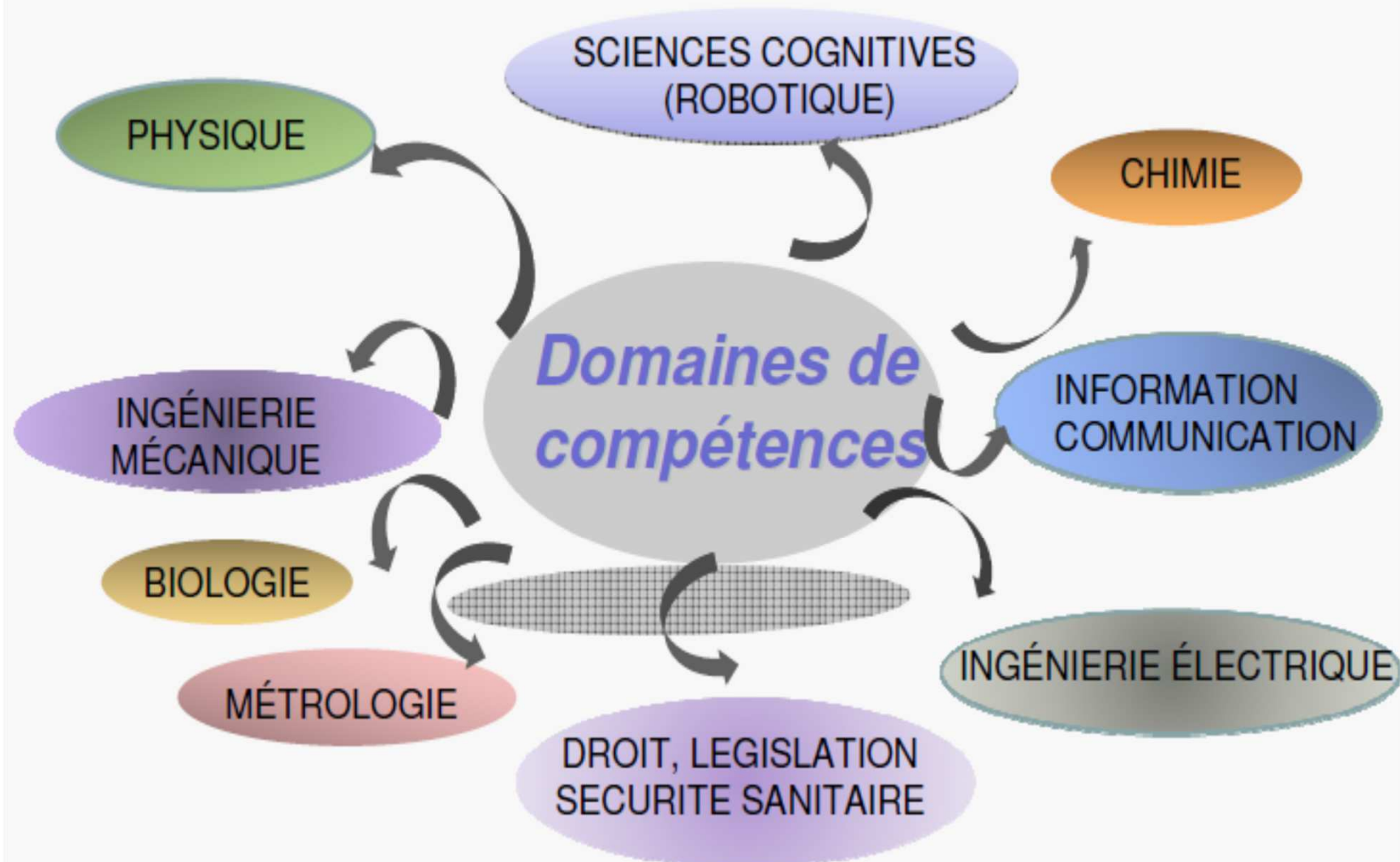
II.5. Nanoparticule

Une nanoparticule est un assemblage de quelques centaines à quelques milliers d'atomes, formant un objet de taille nanométrique (1 à 100 nm). Là encore, la définition n'est pas arrêtée. La plupart des nanoparticules sont des agrégats de petites molécules ou d'atomes.

II.6. Nano-composites

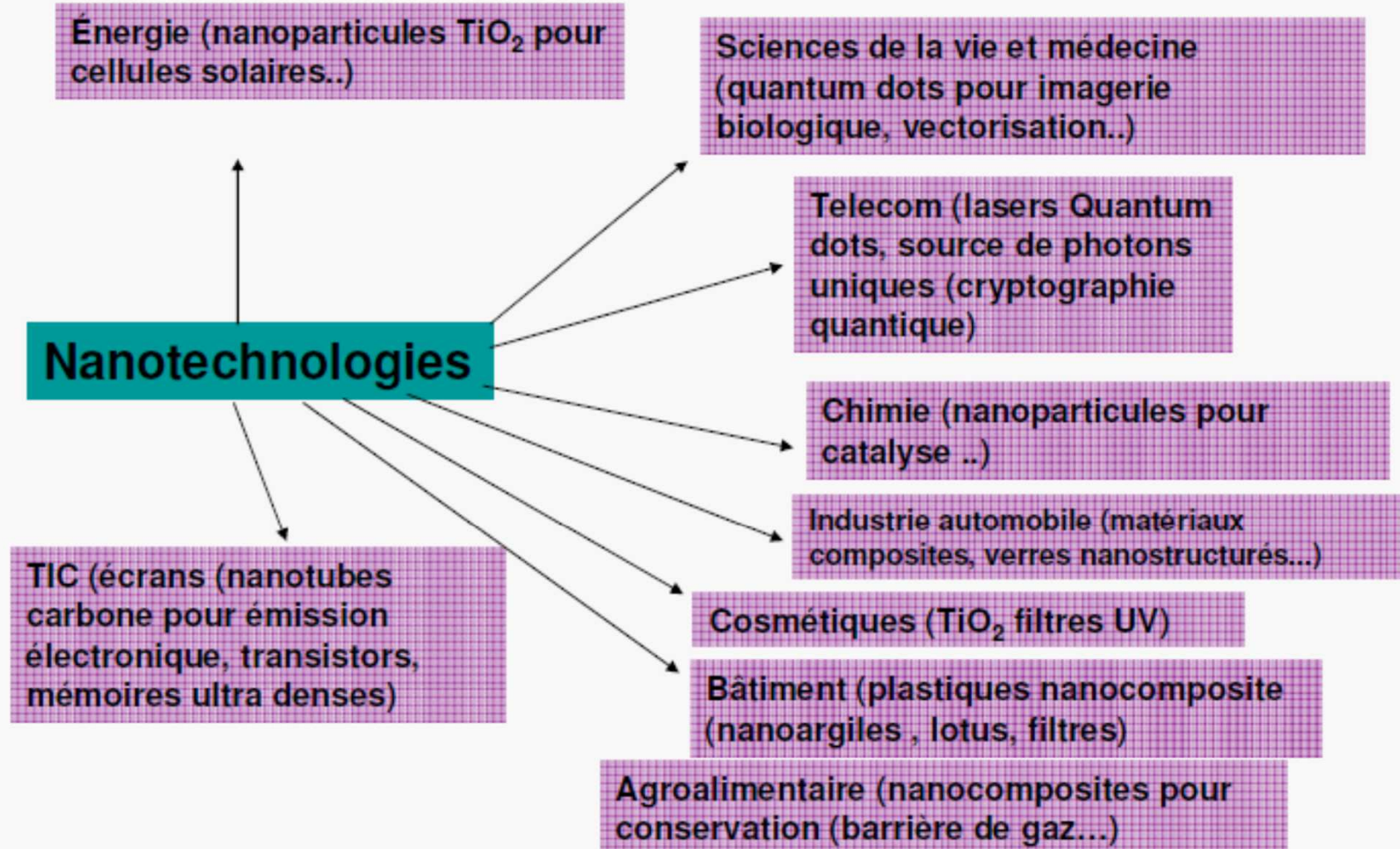
Un nano-composite est constitué de nano-objets incorporés dans une matrice d'oxyde ou de polymère. Selon leur nature, l'incorporation des nano-objets peut modifier les propriétés du matériau : résistance mécanique, flexibilité/rigidité, propriétés thermiques, électriques, magnétiques...

Pluridisciplinarité et Interdisciplinarité :



NANOTECHNOLOGIES

Foisonnement des applications potentielles

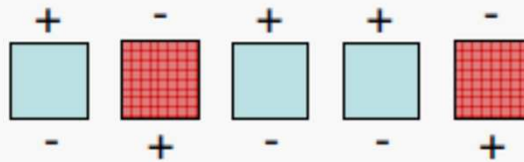


III- Propriétés à l'échelle du nanomètre et intérêt

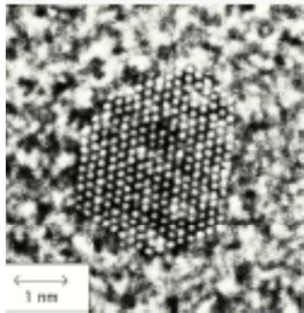
Pourquoi le nanomètre ?

- Argument pratique
- Argument géométrique
 - ✓ Rapport surface/volume
 - ✓ comparaison entre longueurs caractéristiques
- Argument quantique

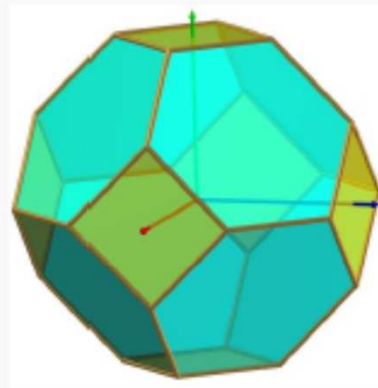
Argument pratique : miniaturisation



Nano aimant



Cobalt 3 nm

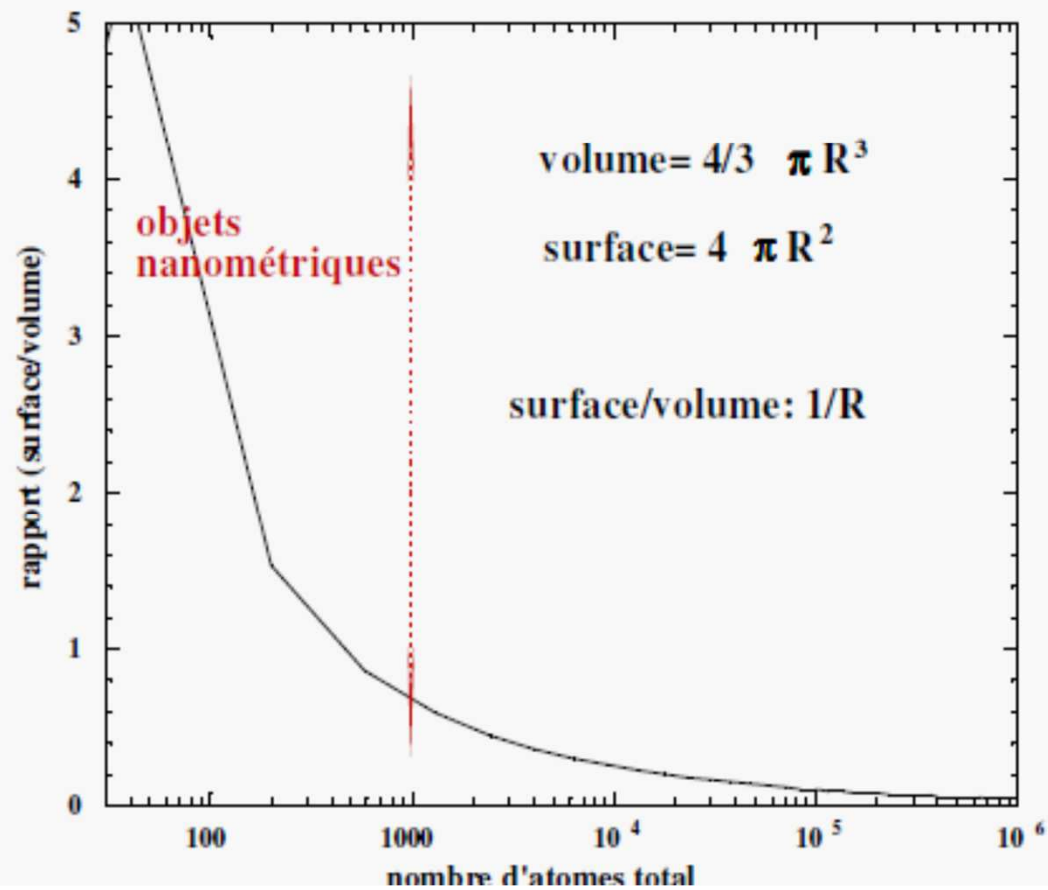


Super paramagnétisme

↳ Choix du matériau optimal

↳ Choix d'une matrice blocante

Facteur géométrique → grand rapport de surface/volume



Les risques liés aux nanomatériaux

- De nombreuses interrogations sur les risques liés à l'utilisation des nanomatériaux
- Possibilité d'un rejet par les consommateurs ?
- Particules nanométriques :
 - Capacité d'atteindre les ramifications profondes des voies respiratoires
 - Capacité de traverser les barrières biologiques, comme les membranes cellulaires.
- Augmentation de la réactivité de certains matériaux (inerte → chimiquement actif)

