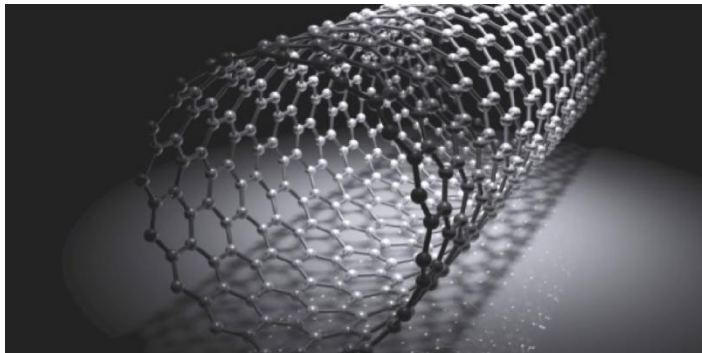
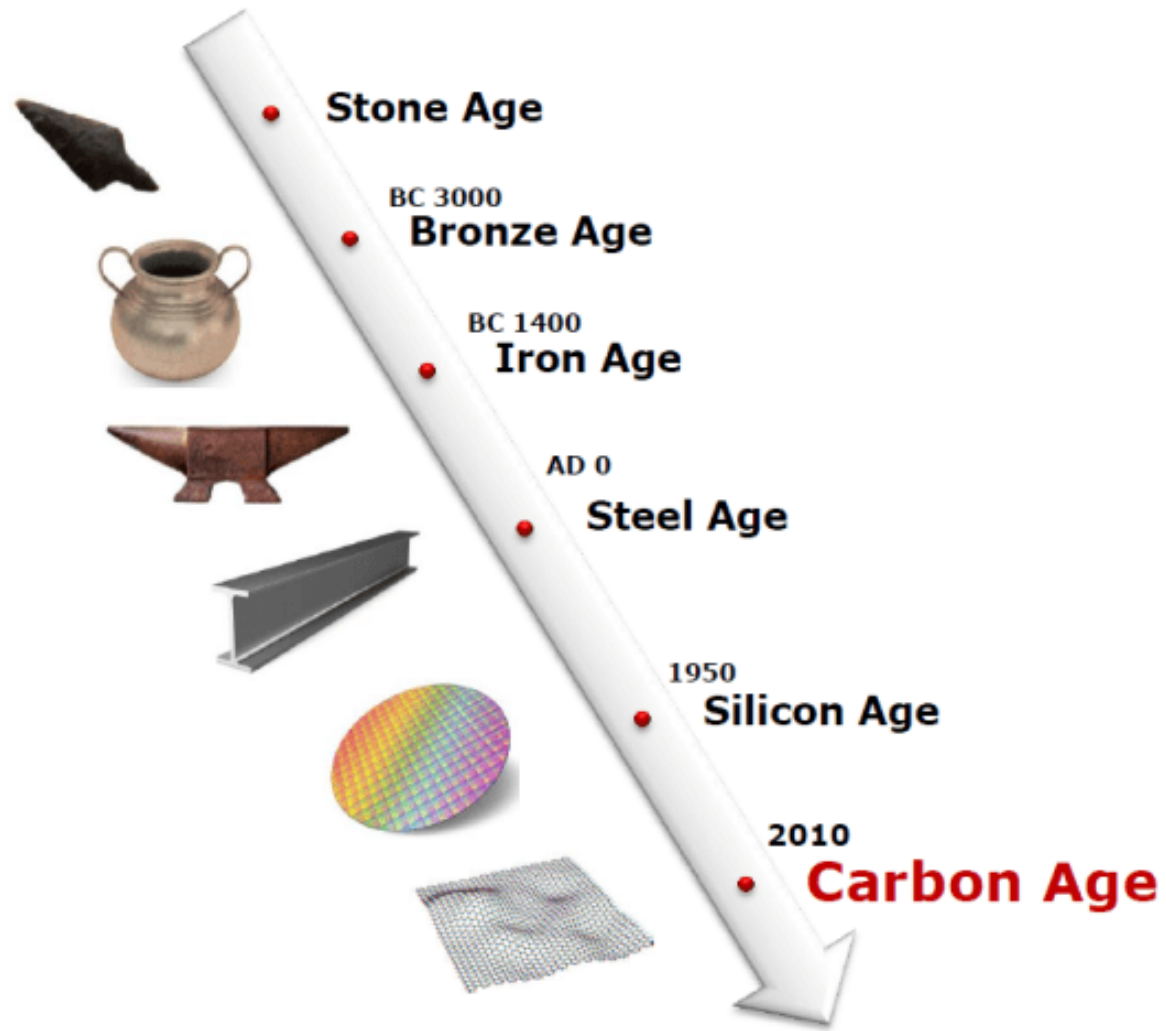


Propriétés fonctionnelles des matériaux

Valerio Piazza



Le progrès de l'humanité passe par les matériaux



Le progrès de l'humanité passe par les matériaux

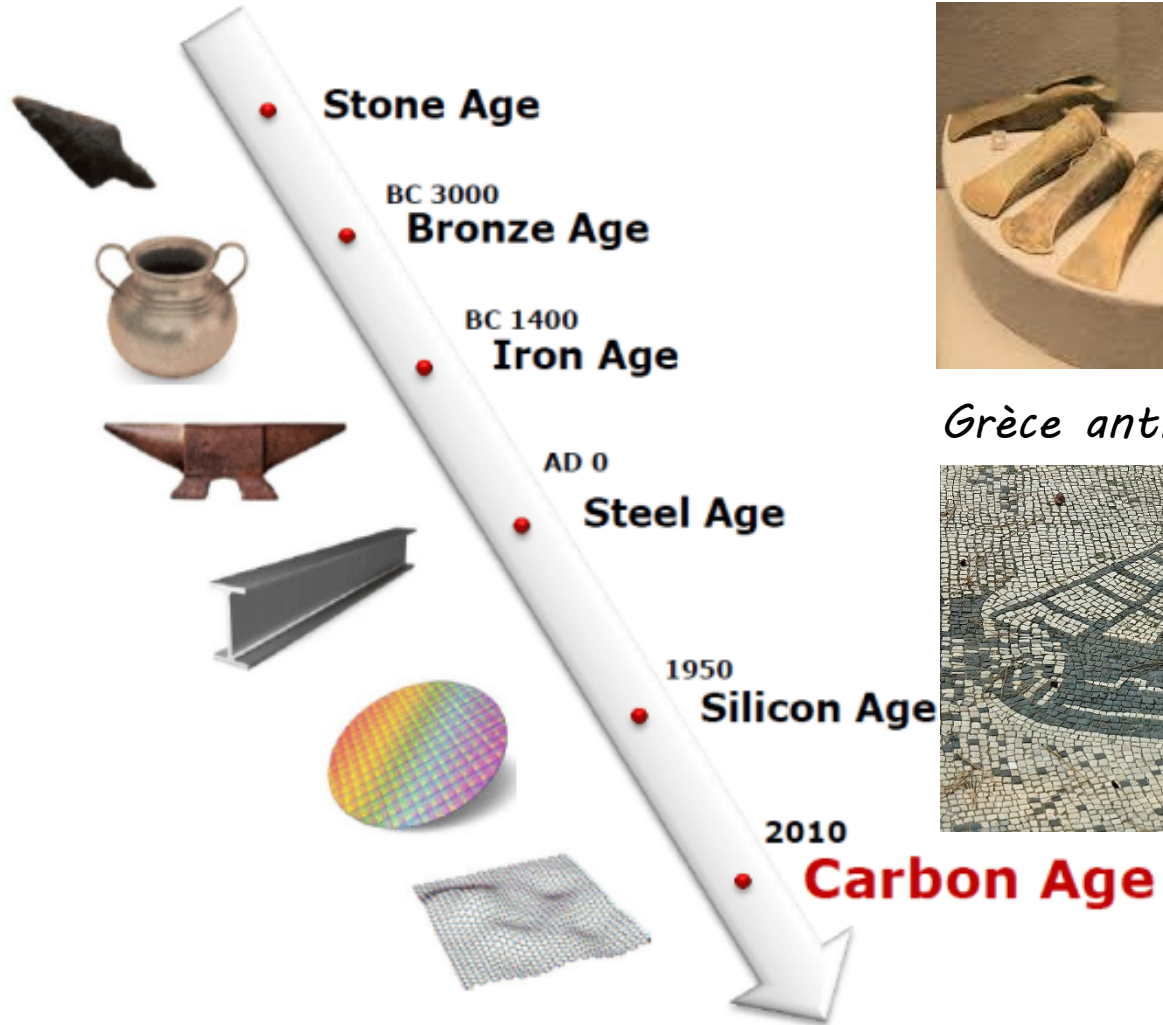
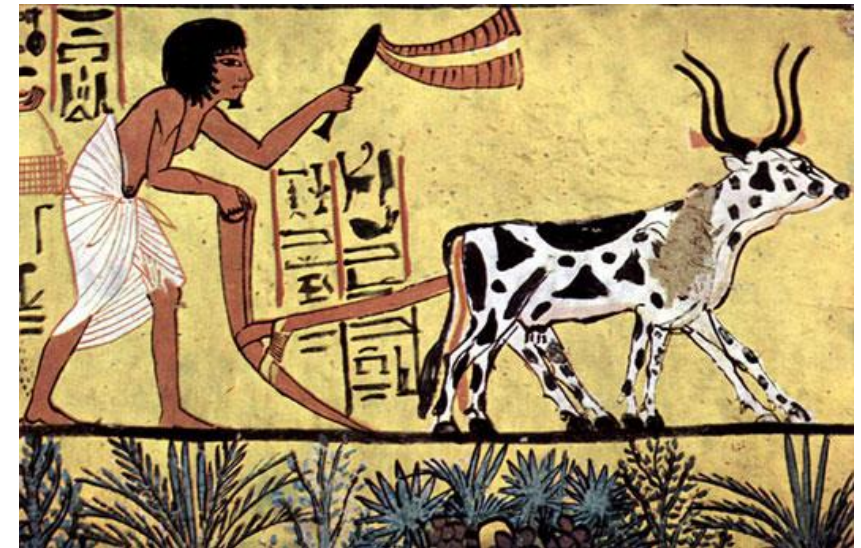
bronze



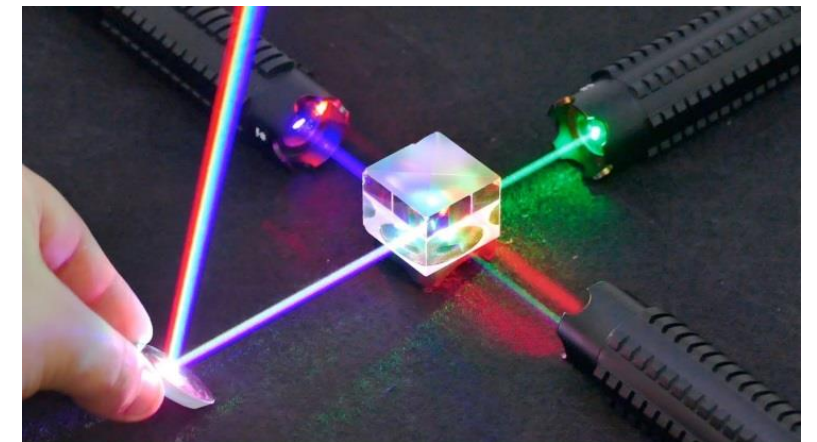
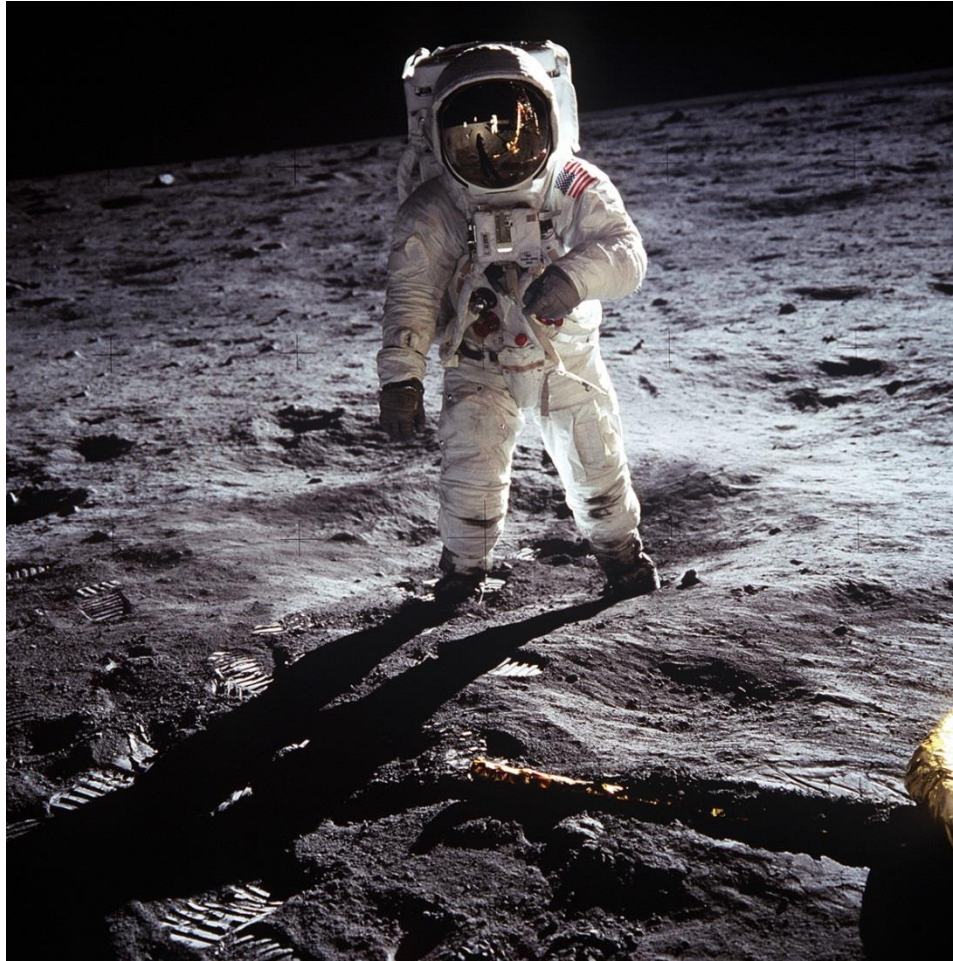
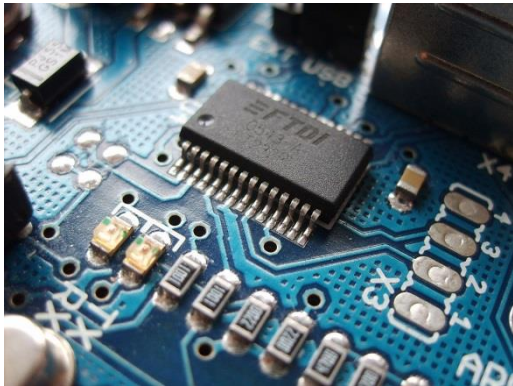
Egypte



Grèce antique



Le progrès de l'humanité passe par les matériaux

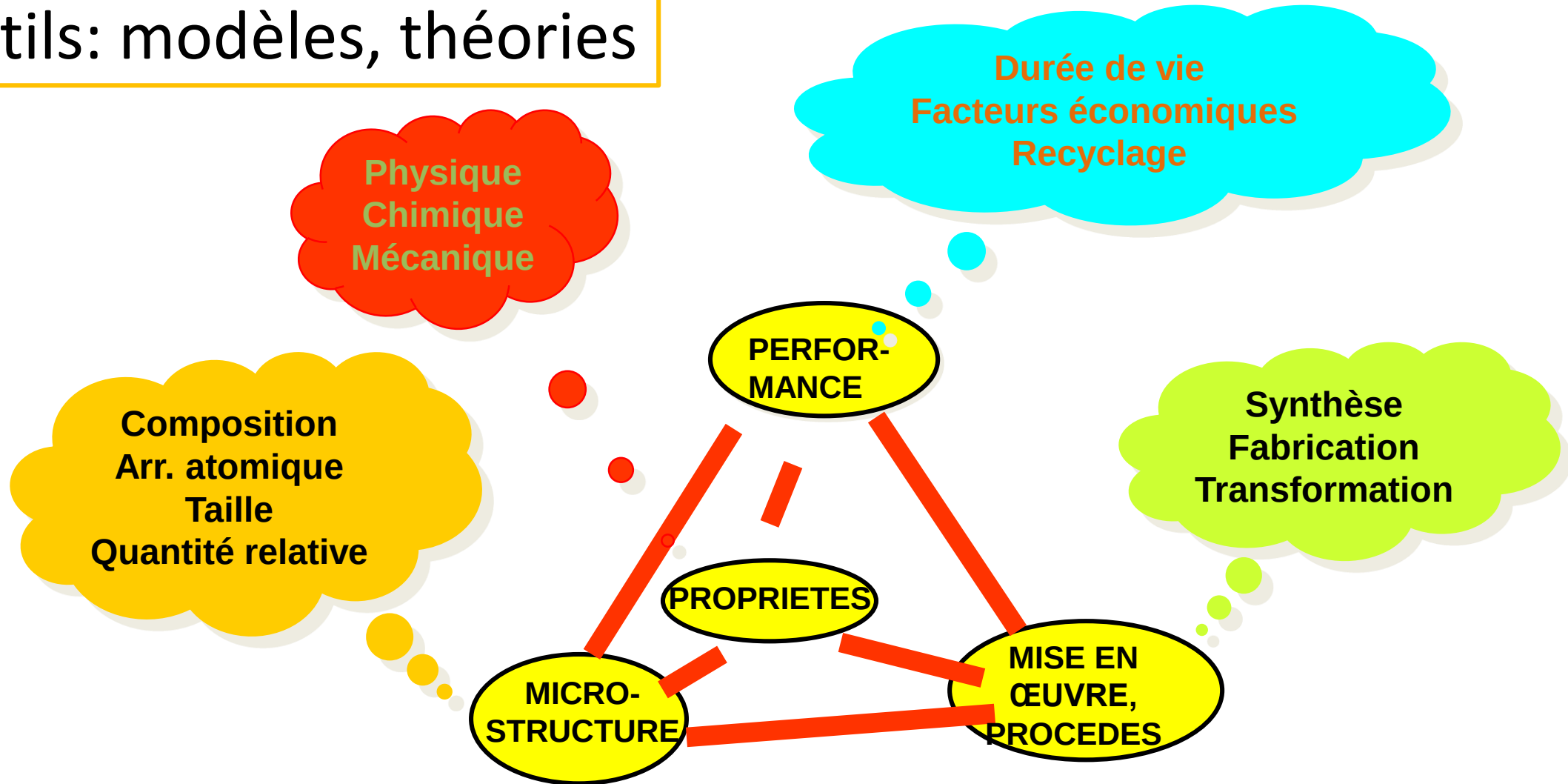


Le progrès de l'humanité passe par les matériaux



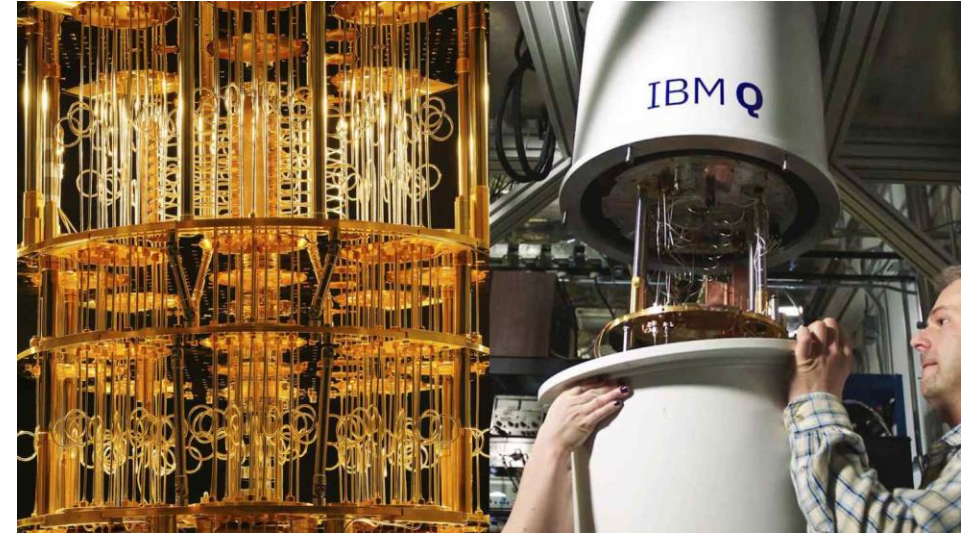
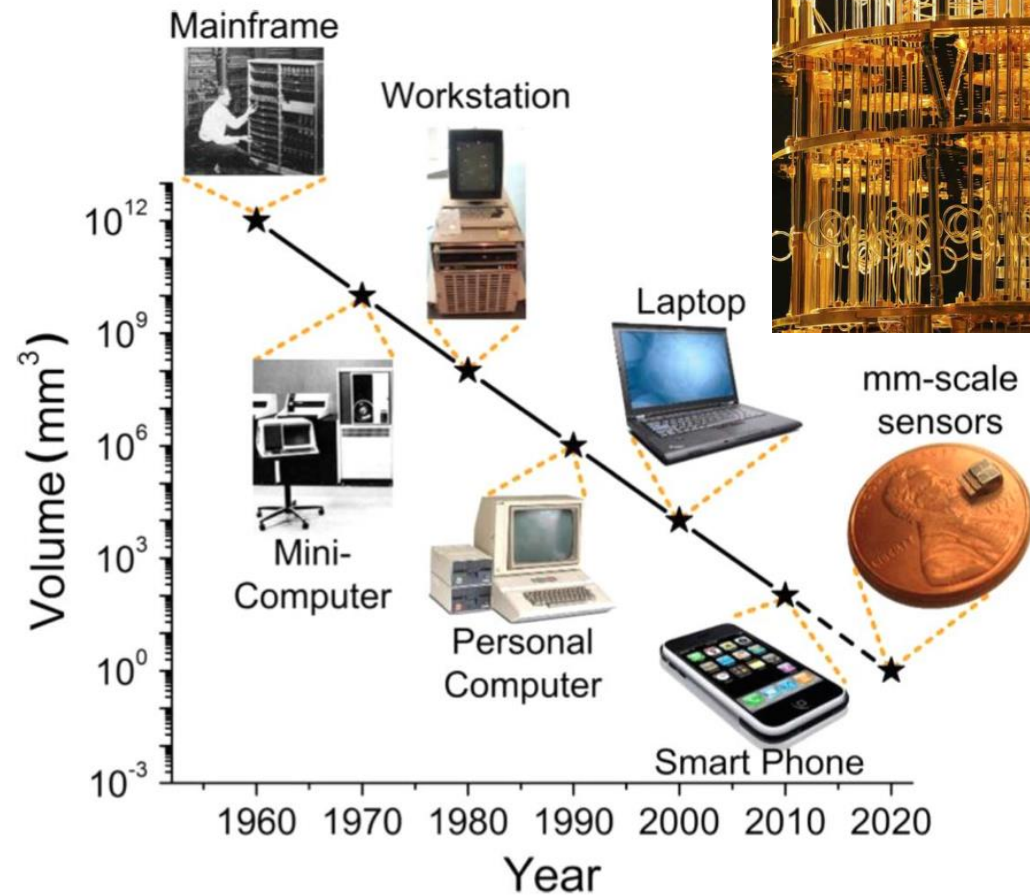
De quoi s'occupe la Science des Matériaux?

Outils: modèles, théories



Quels sont nos challenges aujourd'hui?

Exemple 1: Ordinateurs des nouvelle génération

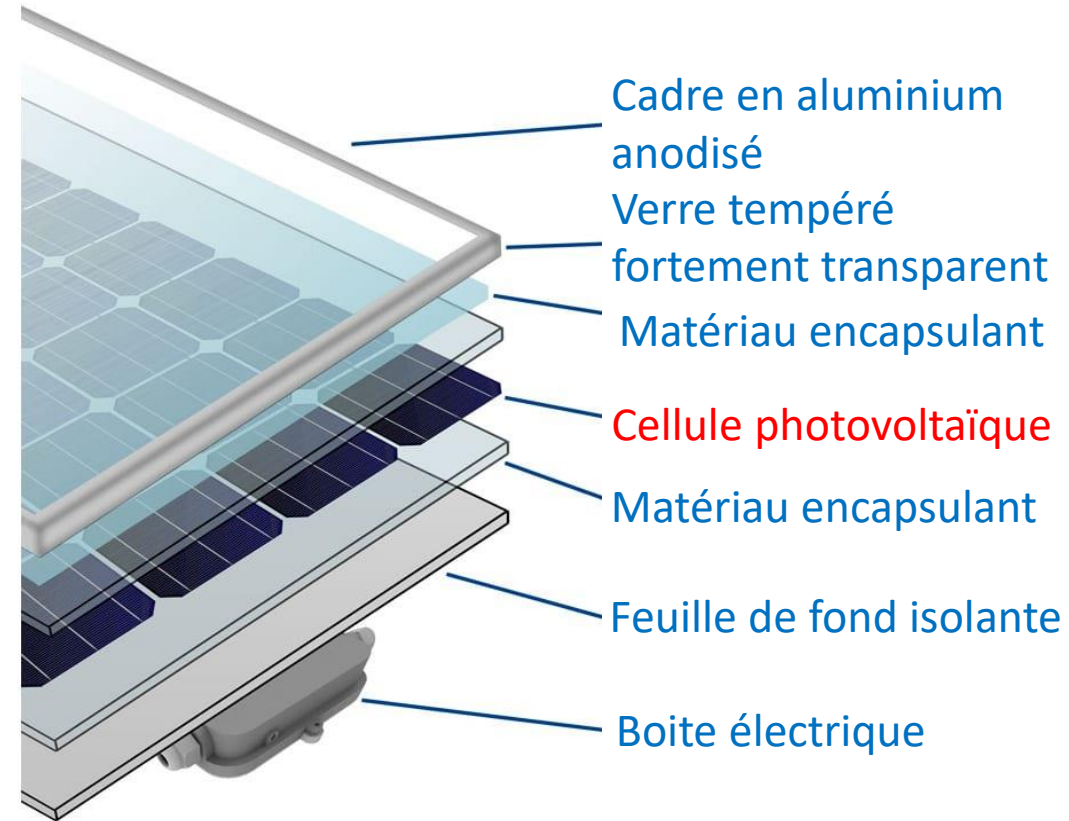


Quels sont nos challenges aujourd'hui?

Exemple 2: Energie et réchauffement climatique

Nous savons tous que les ressources fossiles vont se finir un jour...

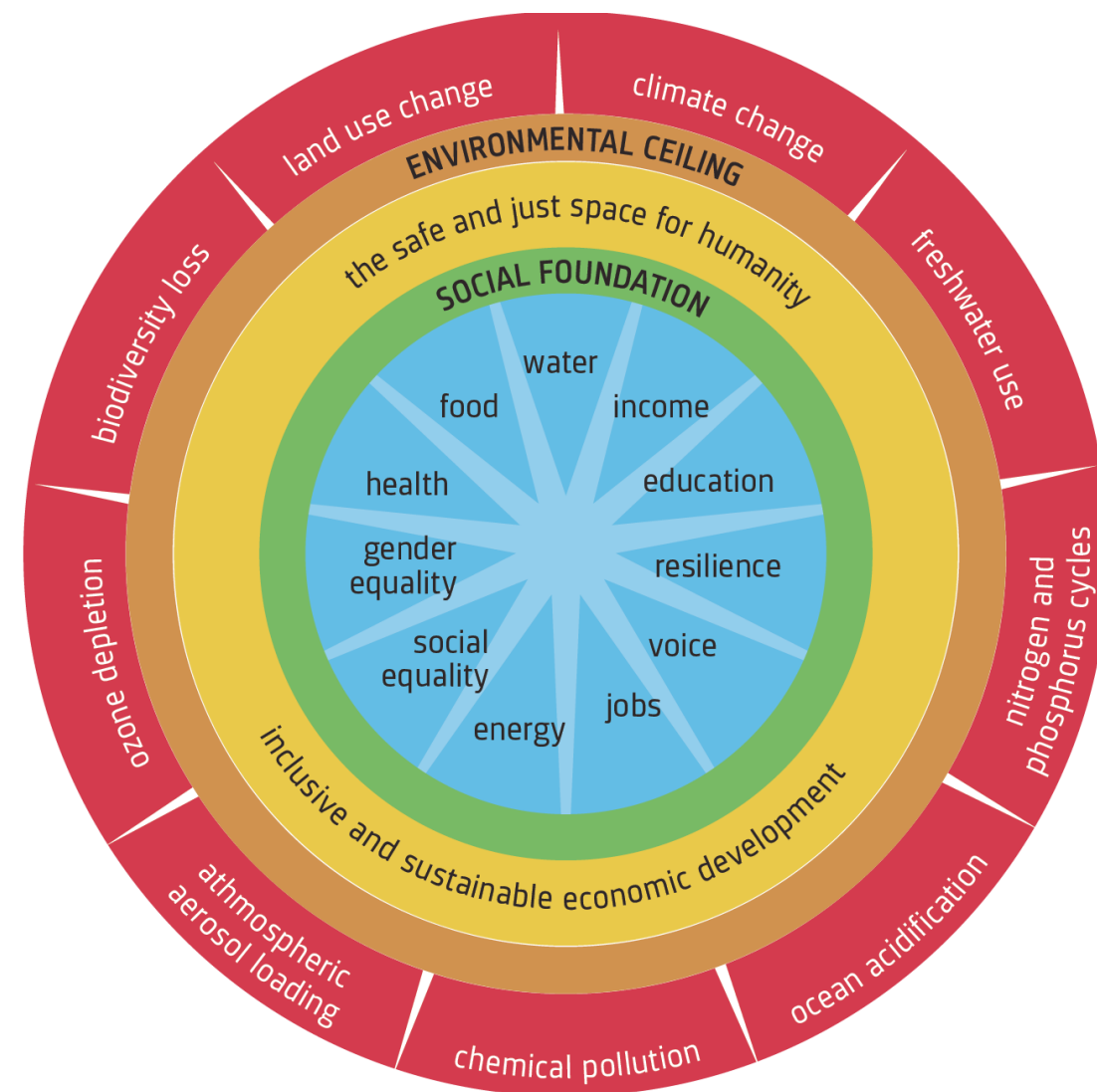
... ainsi que les dangers du changement climatique



Quels sont nos challenges aujourd'hui?

‘Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.’

(Brundtland Report, WCED, 1987)



Déroulement du cours

2 ECTS:

- 2h de cours par semaine
- 2h de travail personnel par semaine

Activités:

- Classes
- Session d'exercices
- Visite laboratoires
- Class pour Q&A

Matériel pour le cours:

- Notes du cours
- Vidéos pre-enregistrés
- Lectures recommandées
- Exercices à résoudre

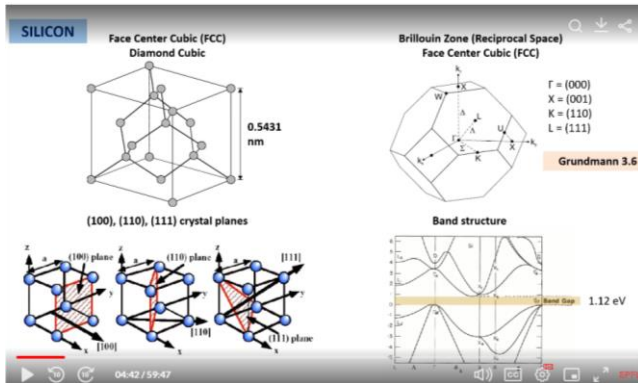
Resources en ligne

<https://epfl.zoom.us/j/66377651034>



Valerio Piazza

Valerio Piazza



$$\hat{H} \psi(\vec{r}) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + U(\vec{r}) \right) \psi(\vec{r}) = E \psi(\vec{r})$$

$$U(\vec{r}) = U(\vec{r} + \vec{R})$$

$$\psi(\vec{r}) = A \cdot e^{i \vec{k} \cdot \vec{r}} \cdot u_{mk}(\vec{r}) \quad \left. \begin{array}{l} \text{Bloch Theorem} \\ \text{Bloch function} \end{array} \right\}$$

$$u_{mk}(\vec{r}) = u_{mk}(\vec{r} + \vec{R})$$

$$E(\vec{r}) = E(\vec{r} + \vec{R})$$

<https://mediaspace.epfl.ch/channel/MSE-210+Functional+properties+of+materials/30267?>

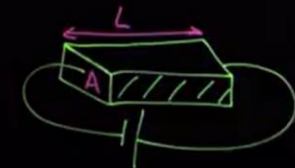
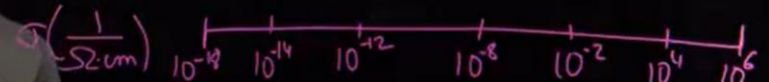
Propriétés thermiques

Capacité thermique $C = \frac{dQ}{dT} \rightarrow J/molK$

C_V à volume constant

C_P à pression

Propriétés électriques



Contenu du cours

Date	Thème
12 Sept	Introduction, que c'est les propriétés fonctionnelles Chapitre 1. Introduction au cours Chapitre 2. Structure de la matière solide
19 Sept	Chapitre 3. Conduction dans les métaux
26 Sept	Chapitre 4. Conduction dans les matériaux ioniques + Introduction au propriétés diélectrique
3 Oct	Chapitre 5. Constants diélectriques + Introduction au propriétés optiques
10 Oct	Chapitre 6. Modèle classique interaction + Propriétés optiques électrons libres
17 Oct	Serie nr 1 d'exercices
31 Oct	Visites laboratoires
7 Nov	Chapitre 7. Bandes et effet sur les propriétés optiques et électriques
14 Nov	Pitch visite
21 Nov	Chapitre 8: Propriétés magnétiques
28 Nov	Chapitre 9: Propriétés thermiques
5 Dec	Série nr 2 exercices
12 Dec	Chapitre 10: Propriétés des matériaux nano
19 Dec	Simulation Examen + Q&A



Avec TAs



Avec TAs



Avec TAs

Activité évalué pendant le semestre

Série nr 1:

- Disponible sur Moodle le 10/10
- Rendu sur Moodle le 31/10 à 13h00

Pitch de la visite:

- 5 minutes de présentation par group
- Diapos par email jusqu'à 13/11 à 13h00

Série nr 2:

- disponible sur Moodle le 28/11
- Rendu sur Moodle le 12/12 à 13h00

Evaluation

20%

Pendant le semestre

1. Rendu d'exercices
2. Pitch en groupe de la visite

80%

Examen écrit finale:

1. Questions théoriques
2. Exercices, rapport

Séances d'exercices:

17 Octobre

5 Decembre

Visites: 31 Octobre



R. Lemerle

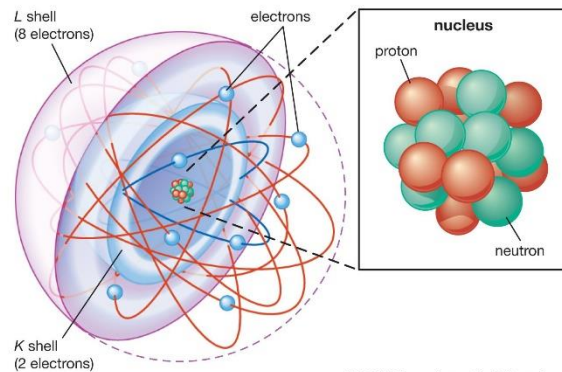


M. Zendrini

Structure des matériaux et propriétés

- Structure atomique du monde
- Tableau périodique et propriétés chimiques
- Liaisons atomiques et moléculaires
- Matière solide

Le tableau périodique des éléments



© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.



Periodic table of the elements

		Alkali metals										Halogens																								
		Alkaline-earth metals										Noble gases																								
		Transition metals										Rare-earth elements (21, 39, 57–71) and lanthanoid elements (57–71 only)																								
		Other metals										Actinoid elements																								
		Other nonmetals																																		
period	group																																			
1*	1																			2																
1	1	H																	He																	
2	3	Li	4	Be															5	6	7	8	9	10												
3	11	Na	12	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																
4	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
5	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
6	55	Cs	56	Ba	57	La	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
7	87	Fr	88	Ra	89	Ac	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og
lanthanoid series		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																					
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																					
actinoid series		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																					
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																					

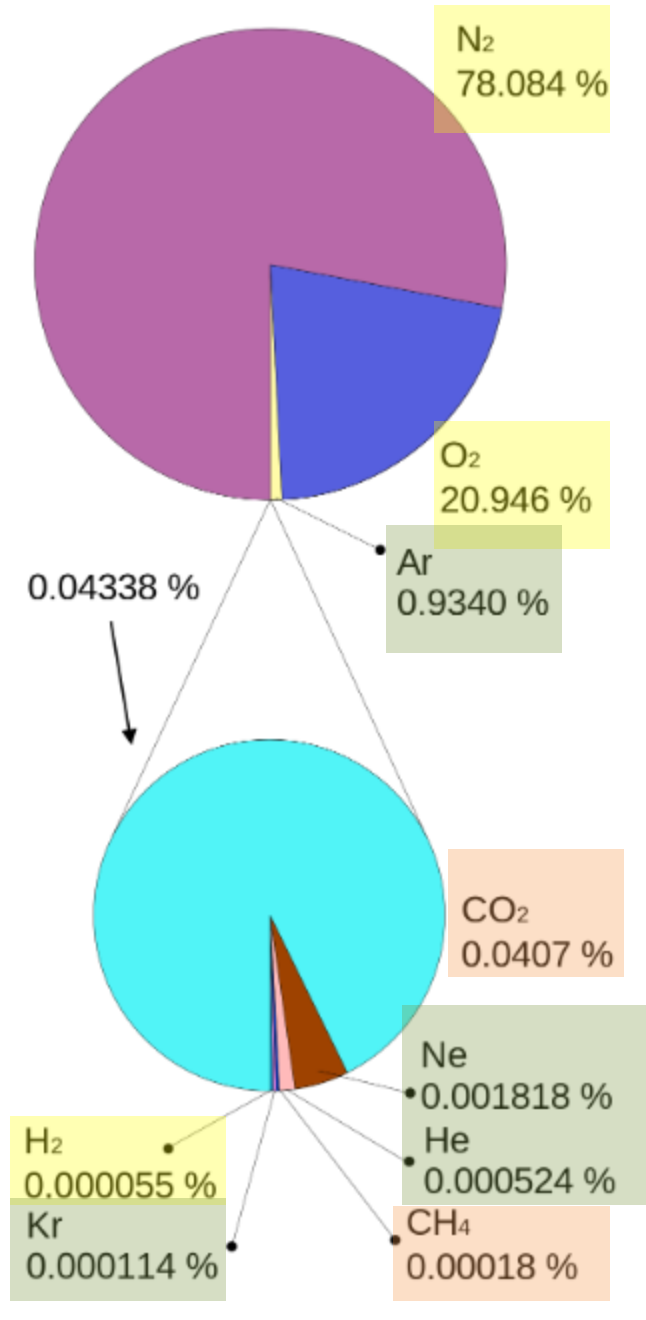
*Numbering system adopted by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Le tableau périodique des éléments offre une corrélation entre les propriétés chimiques (périodique) de chaque élément et son numéro atomique (Mendeleiev, 1869)

Éléments et composées

Composition de l'atmosphère



Les états physiques



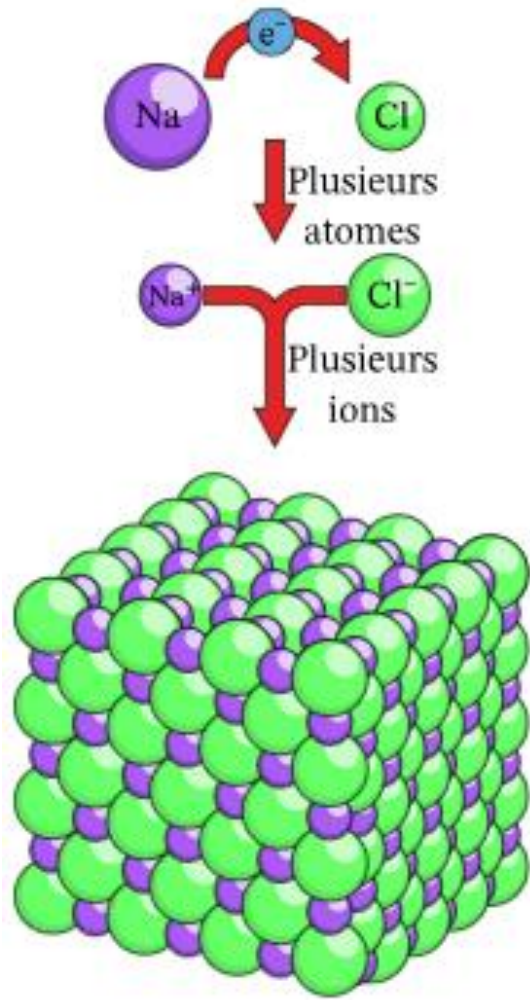
Vapeur – H₂O gazeuse

Eau – H₂O liquide

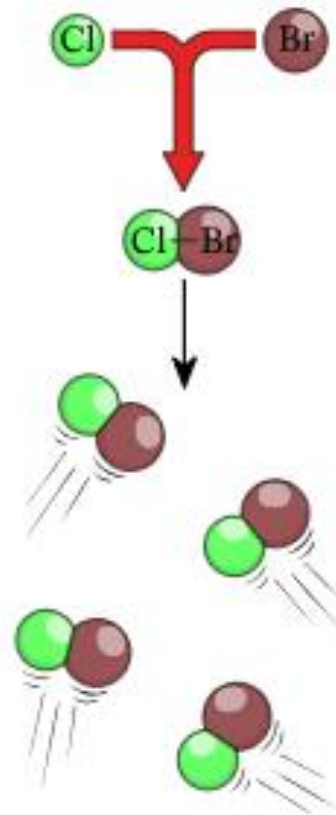


Glace – H₂O solide

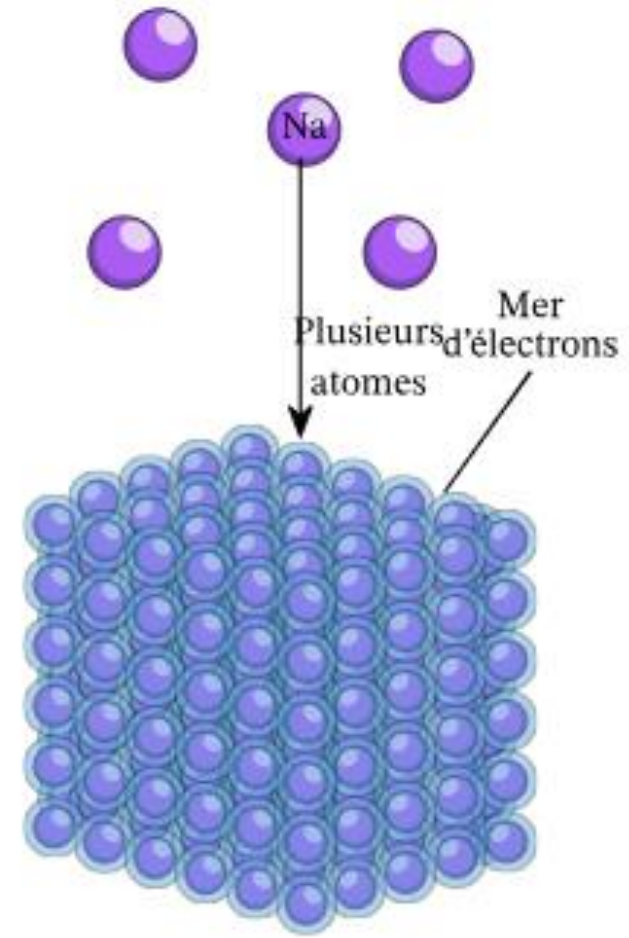
Liaisons chimiques et matériaux solides



Liaison ionique

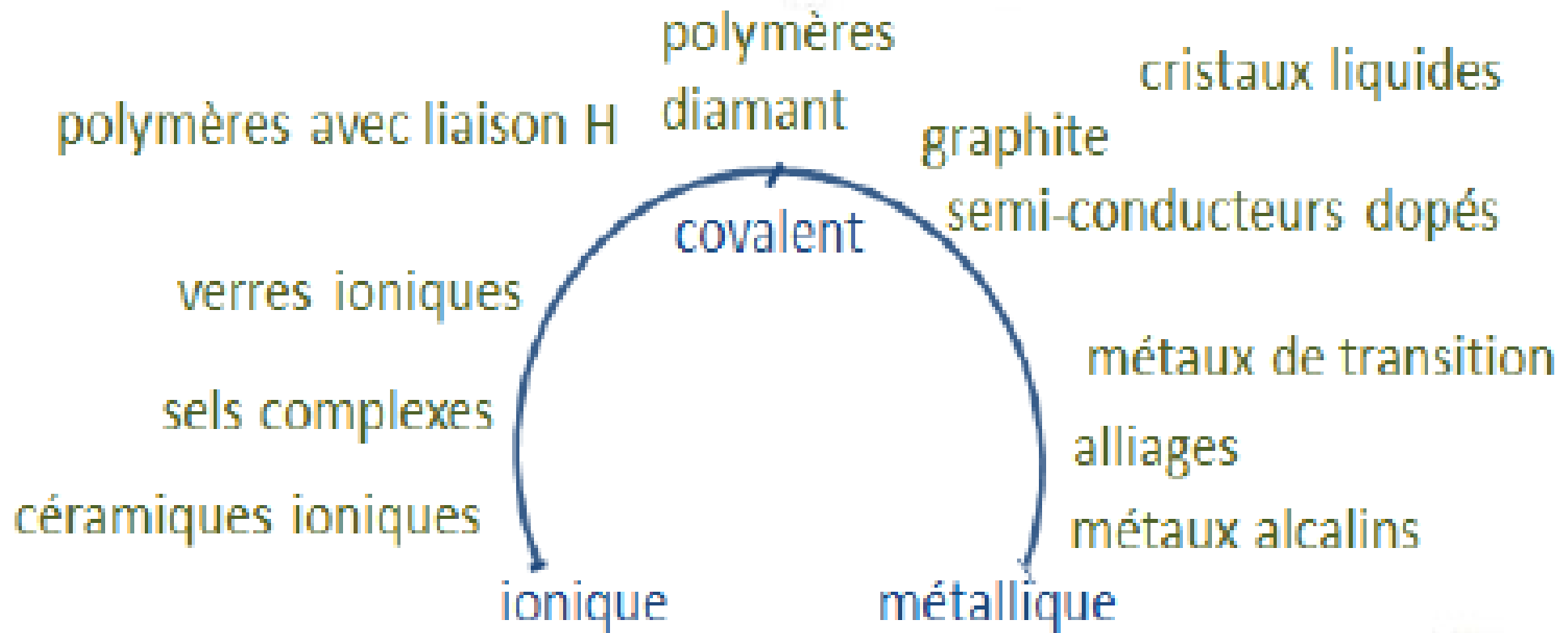


Liaison covalente

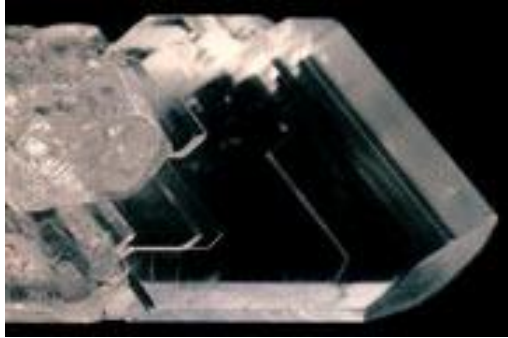


Liaison métallique

Liaisons chimiques et matériaux solides



Exemples de matériaux ioniques



Gypse de Bex - CaSO_4



Azurite - $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$



Calcite - CaCO_3



Exemples de matériaux métalliques



Cuivre



Or

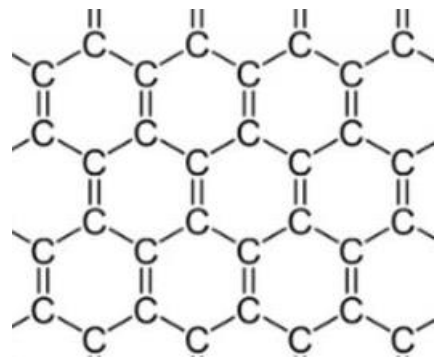


Alu

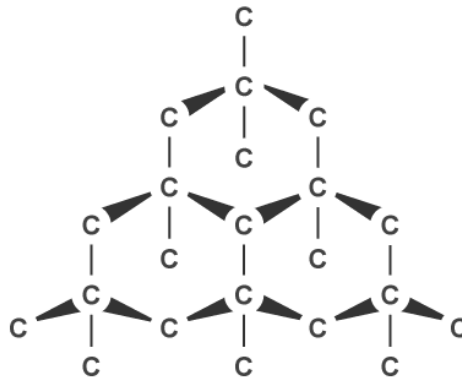
Exemples de matériaux avec liaisons covalent



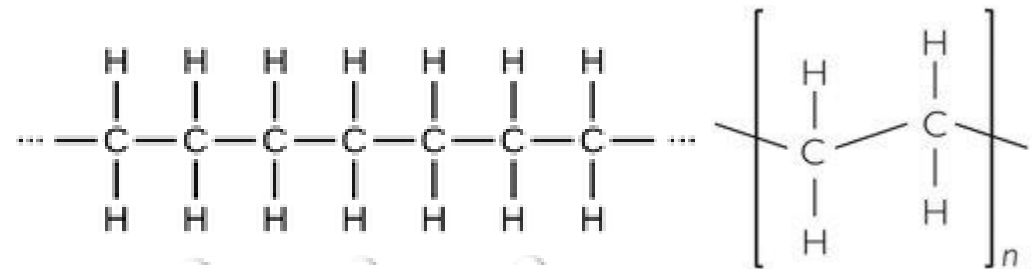
Graphite



Diamant



Polyéthylène



Exemples de matériaux avec liaisons covalent



Graphite

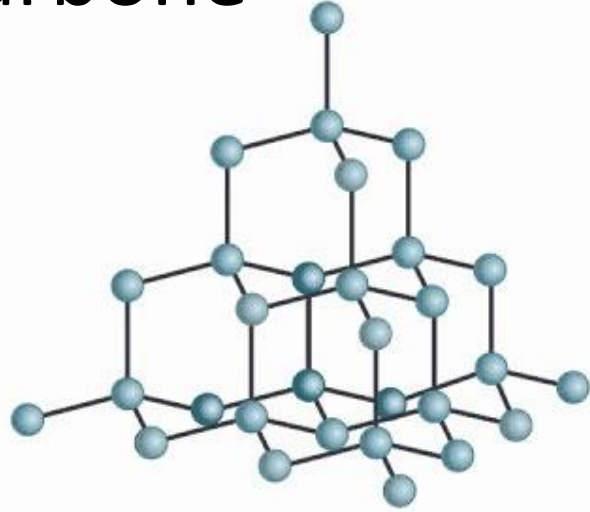


Diamant



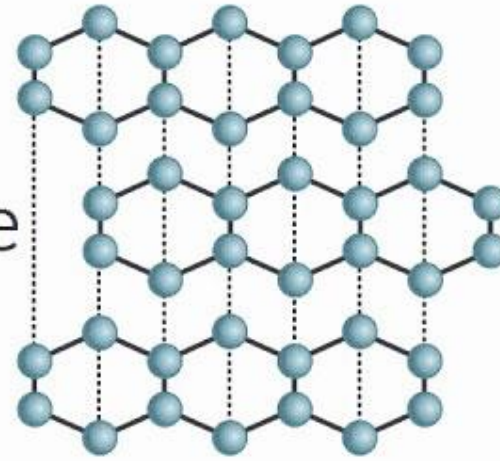
Polyéthylène

Formes allotropes du carbone

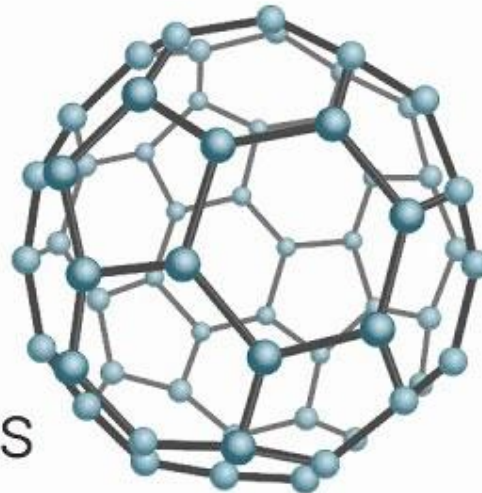


Diamond

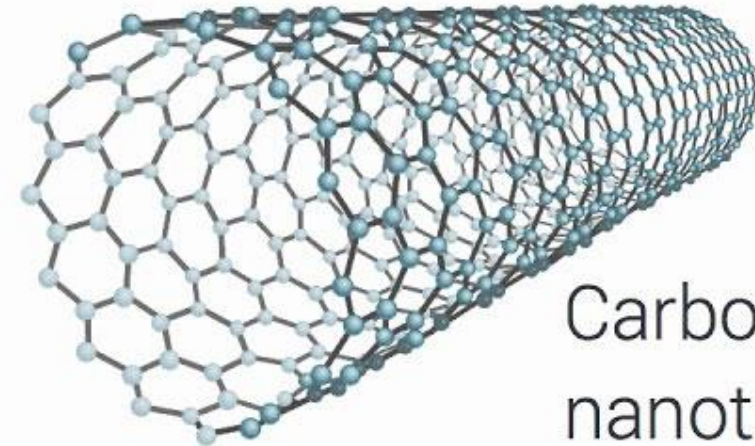
Graphite



**"allotropes"
of carbon**

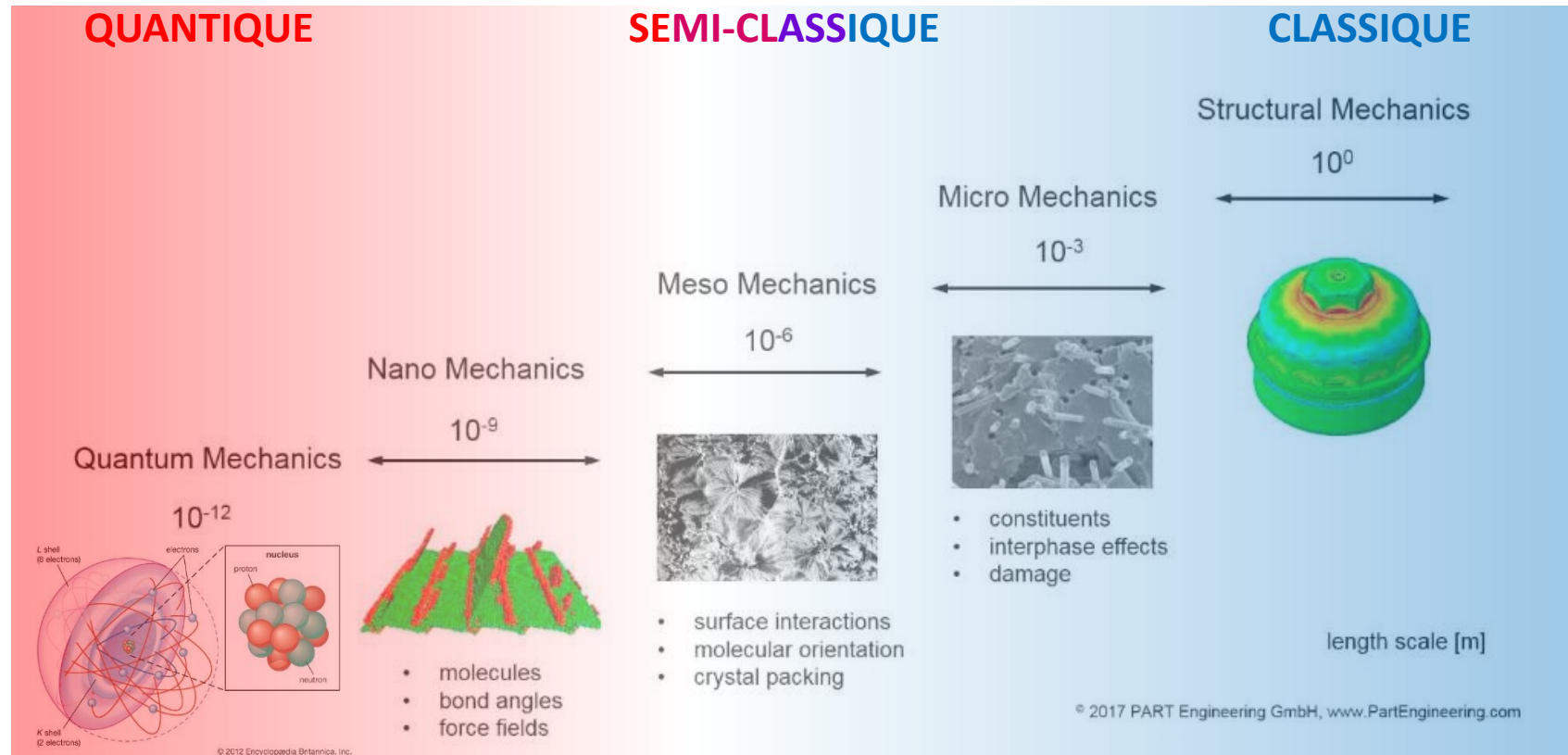


Fullerenes



Carbon
nanotubes

Les échelles du monde



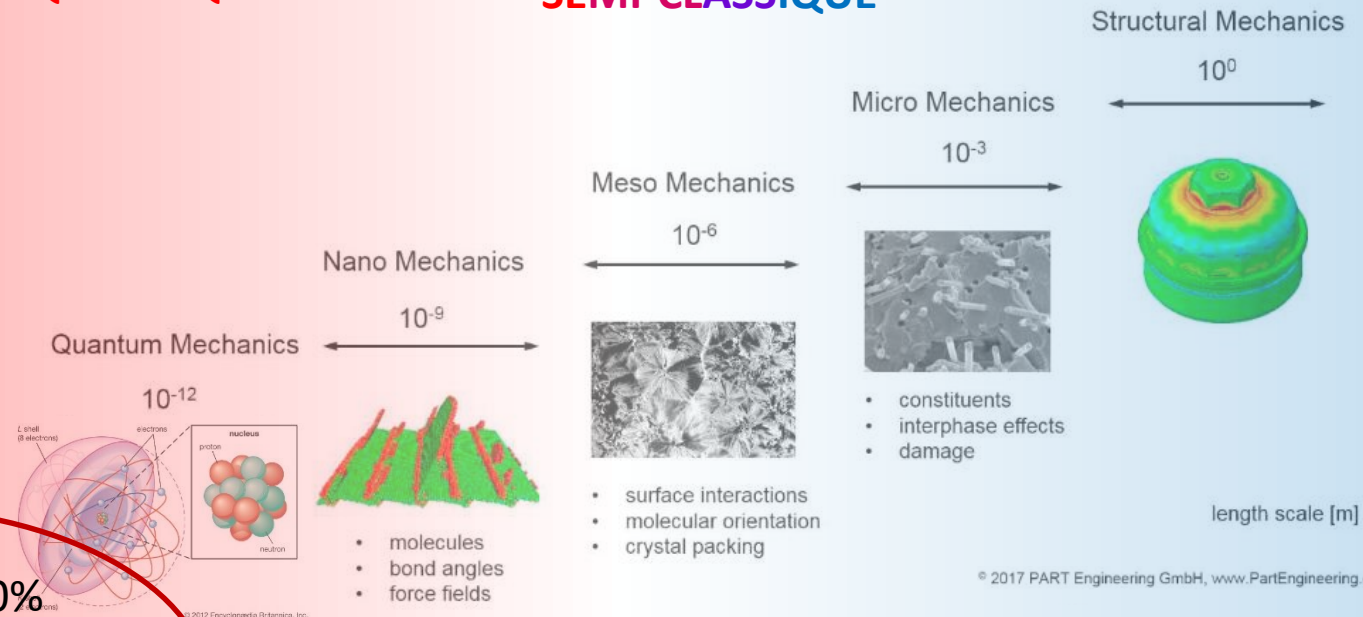
Les modèles microscopiques nous aident à la compréhension des propriétés du matériau. Ils peuvent être classés en général comme :

- Classiques
- Semiclassiques
- Mécanique quantique

QUANTIQUE

SEMI-CLASSIQUE

CLASSIQUE



Dans le modèle 100% **quantique** aussi les interactions sont décrits par la mécanique ondulatoire.

Ce genre de modèle est nécessaire dans certains domaines (pour exemple l'optique quantique) et sert à expliquer des processus comme la génération de 2 photons à partir d'1. Nous n'allons pas utiliser ce type de modèle.

Dans le modèle **semi-classique**, nous utilisons la mécanique quantique pour décrire des éléments (matière, lumière) et on utilise la physique classique pour décrire les interactions entre eux

C'est-à-dire que le solide est caractérisé par les fonctions d'onde et la lumière est composée par paquets de photons.

Dans le modèle **classique**, nous traitons les matériaux et la lumière selon la physique classique

Ce modèle sera le point de départ pour comprendre les propriétés optiques et électrique d'un matériau et, en particulier, les principaux effets dus aux électrons et vibrations atomiques.