

A quoi ça sert ?

Décrire le comportement macroscopique d'un grand nombre de constituants microscopiques élémentaires $N \sim 10^{23}$

Exemples :

systèmes dilués : gaz, plasmas, rayonnement
 systèmes condensés : solides, liquides, gels, colles, polymères

propriétés physiques : électrique, thermique, mécanique, magnétique

Physique statistique I PHY433



Gilles Montambaux

Première partie (4 amphis)

Développer les concepts et les outils pour comprendre les lois macroscopiques de la physique à partir des propriétés des constituants élémentaires

→ Donner une signification microscopique à des notions « classiques » macroscopiques

Qu'est ce que la température ?
 Qu'est ce que la chaleur ?
 Qu'est ce que l'entropie ?

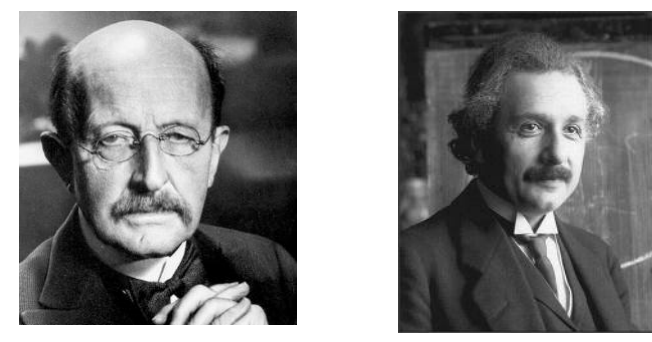


L. Boltzmann

Compréhension microscopique des principes de la thermodynamique

→ Liens avec la mécanique quantique

1) Lien historique et conceptuel (Planck, Einstein, ...)



2) Conséquences macroscopiques du comportement quantique microscopique

→ Etude de systèmes simples

Raréfaction atmosphère
 Élasticité entropique
 Adsorption
 Paramagnétisme

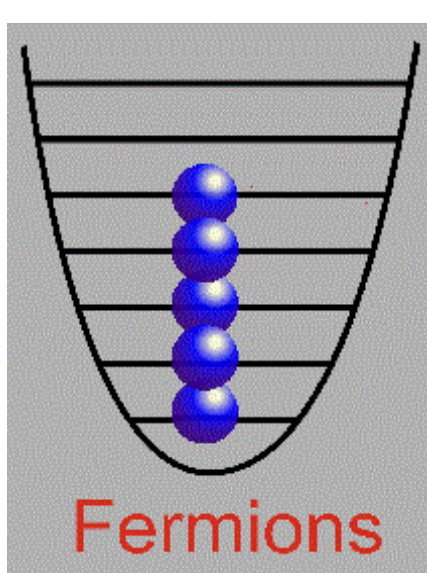
Systèmes à deux niveaux
 Vibrations des solides
 Chaleur spécifique des gaz
 (gel des degrés de liberté)

Deuxième partie (4 amphis)

Physique quantique + Physique statistique = Physique statistique quantique

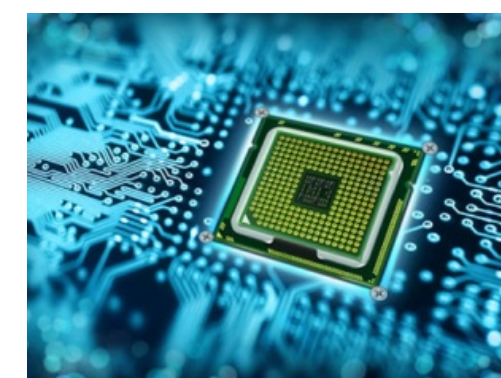
Compréhension du monde physique et technologique : nombreux exemples

Les particules de la nature se répartissent en deux classes, les fermions et les bosons



Électrons
 Atomes de spin $\frac{1}{2}$ entier

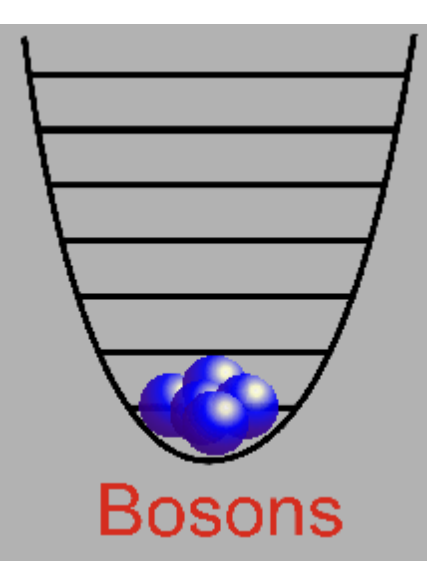
Pourquoi y a-t-il des métaux, des isolants,
 des semi-conducteurs ? des supraconducteurs
 Physique stellaire (naines blanches, étoiles à neutrons)



semiconducteurs

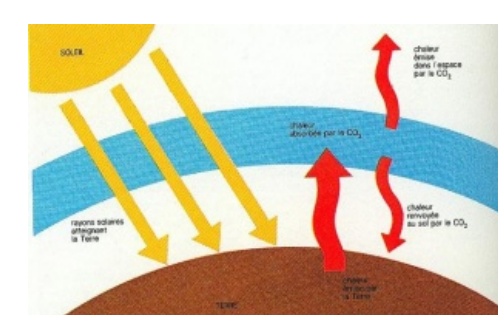


Naine blanche

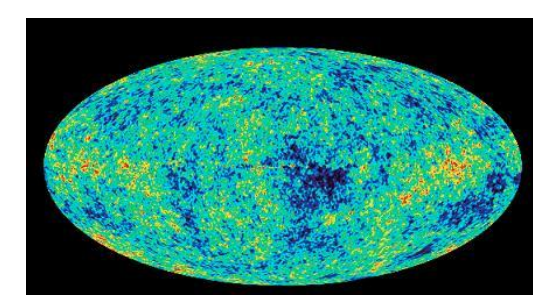


Photons
 Atomes de spin entier

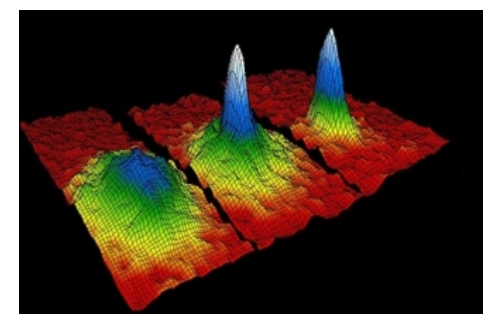
Physique du rayonnement
 Rayonnement cosmologique 3K
 Atomes froids, condensation de Bose,
 suprafluidité



Effet de serre



Rayonnement fossile



Condensation de Bose-Einstein

Physique statistique II PHY434



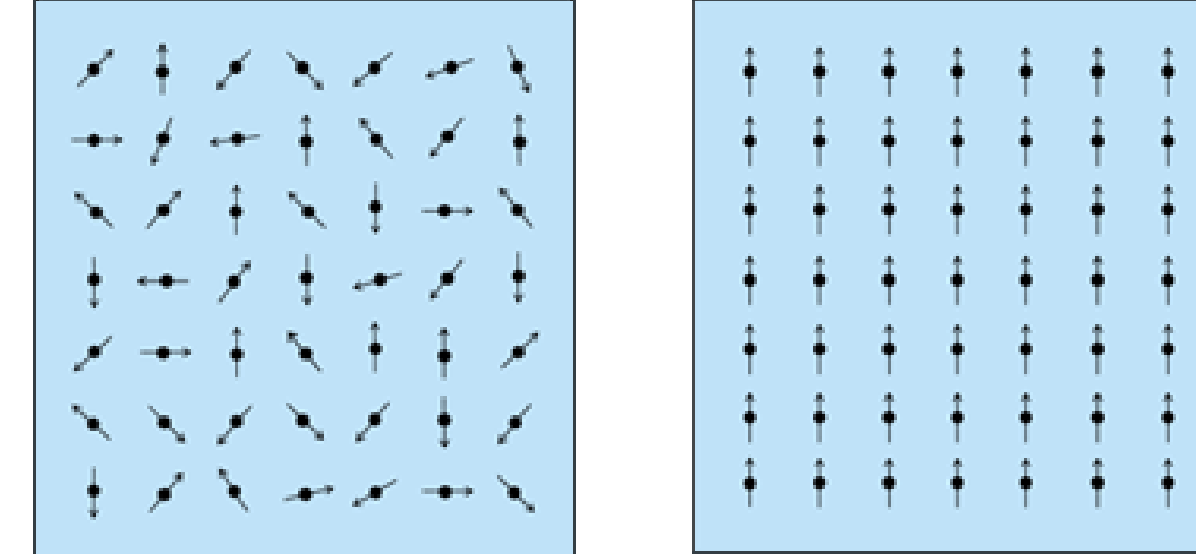
Silke Biermann



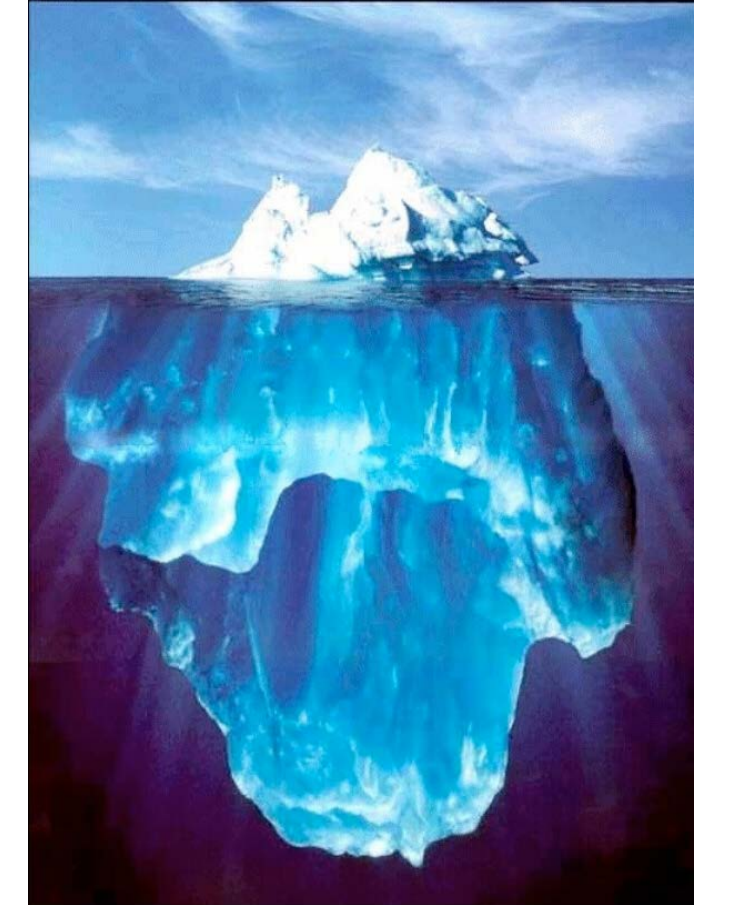
Rémi Monasson

Phénomènes collectifs

Transitions de phase: comprendre comment un changement « brutal » des propriétés peut apparaître dans un système macroscopique



Ordre-désordre
Magnétisme, Liquide-gaz, ...

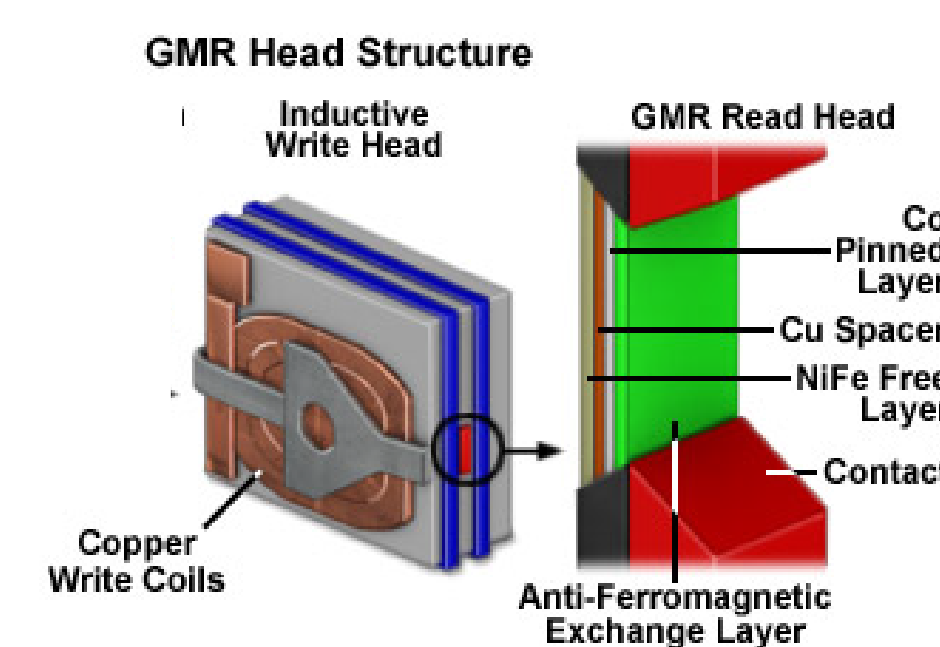


→ Exemple 1: Magnétisme

Matériaux ferro-, ferri-, para-, diamagnétiques

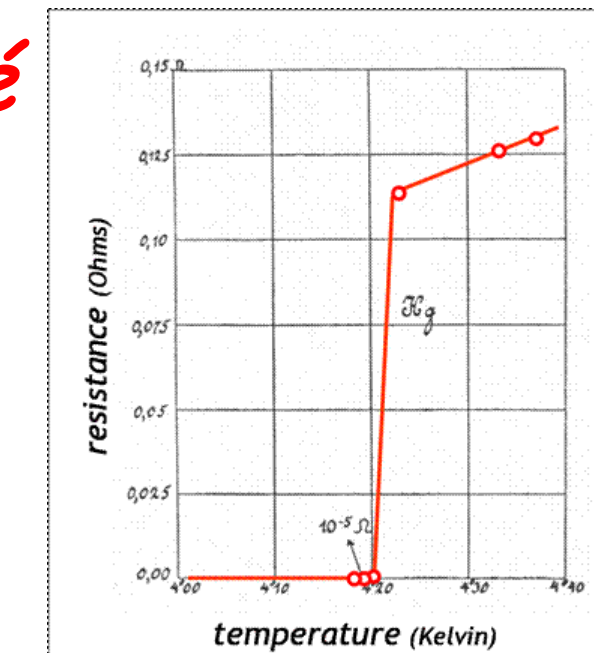
Application:
Magnétorésistance géante (GMR)

GMR tête de lecture



(Prix Nobel 2007 P. Gruenberg & A. Fert)

→ Exemple 2: Supraconductivité



(Prix Nobel 1987 Bednorz & Mueller)



La notion d'émergence

Le comportement d'un système \neq Le comportement de ses constituants

More Is Different

Broken symmetry and the nature of the hierarchical structure of science.

P. W. Anderson

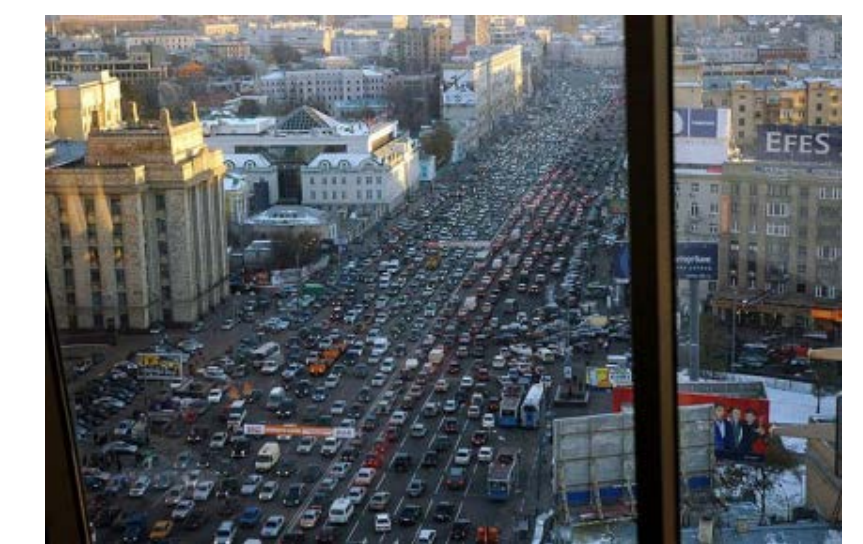
4 August 1972, Volume 171, Number 4047

SCIENCE

The reductionist hypothesis may still be a topic for controversy among philosophers, but among the great majority of active scientists I think it is accepted without question. The workings of our planation of phenomena in terms of known fundamental laws. As always, distinctions of this kind are not unambiguous, but they are clear in most cases. Solid state physics, plasma physics, and perhaps also biology are extensive. High energy

Comportements collectifs ...

... en biologie, en finance, en société



Dynamique: Comportements collectifs

Echelle de temps pour atteindre l'équilibre?

Dynamique des transitions de phase, phénomènes hors équilibre

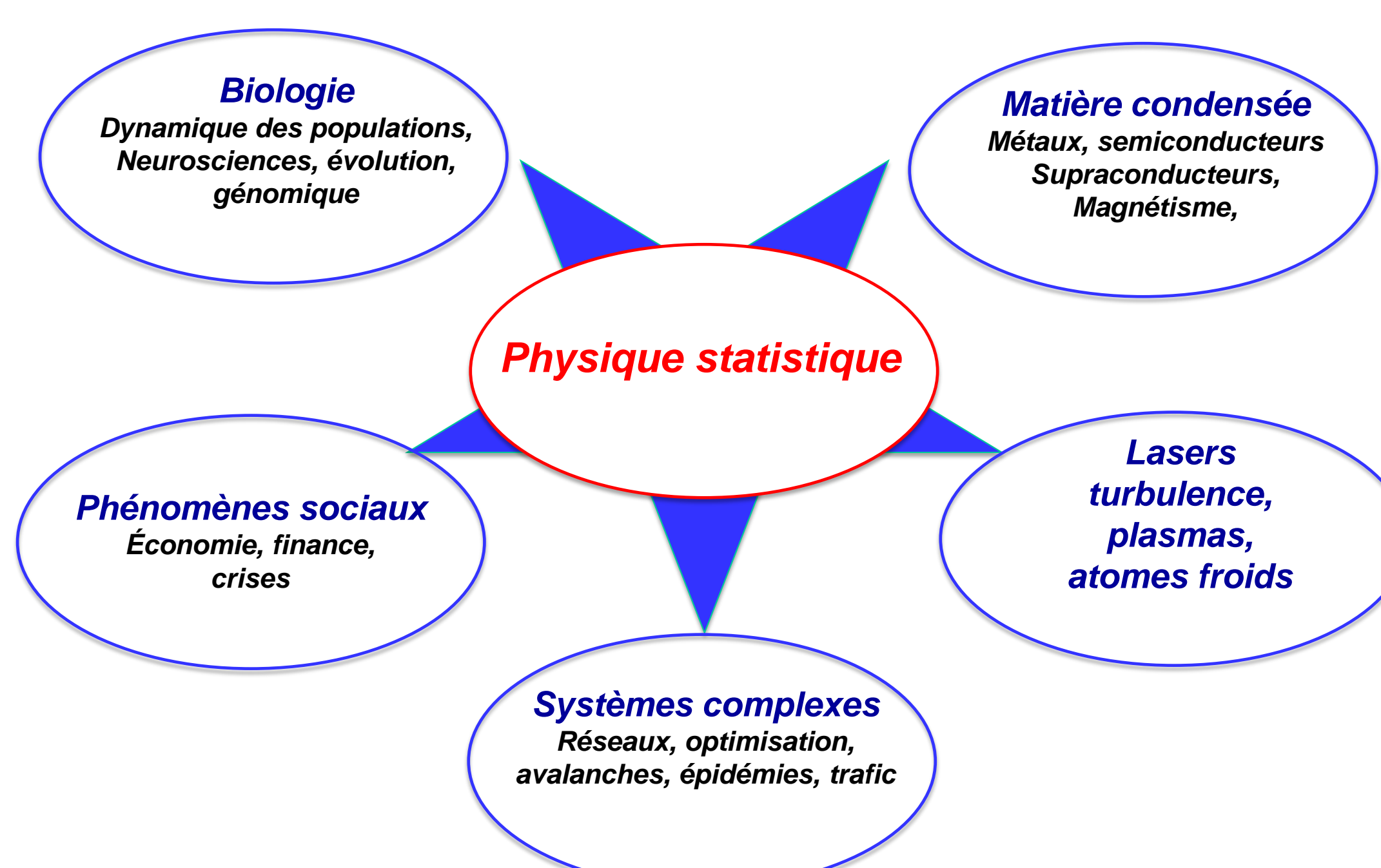
Théorie de l'information:

Comment mesurer et optimiser la quantité d'information dans une image?



Equivalence d'information et entropie

Importance de la physique statistique dans de nombreux domaines a priori distincts



La physique statistique : un outil et des concepts indispensables pour comprendre le monde qui nous entoure