



**\* Gérard Besson**

**L'électricité :  
son transport et son stockage  
hier, aujourd'hui et demain**



# Colloque « Energie »

Transport du courant électrique = perte en ligne

- 78% effet Joule
- 11% poste de transformation
- 3% consommation des postes
- x% conditions climatiques

19 TWh / production brute 559 TWh

$10^{12}$	$10^9$	$10^6$	$10^3$	$10^0$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$
T téra	G giga	M méga	K kilo		m milli	$\mu$ micro	n nano	p pico



# Colloque « Energie »

## Réduction des pertes en ligne

- courant continu
- augmentation de la tension
- production proche de la consommation
- câbles blindés mieux isolés
- câbles moins résistants

## Supraconduction



# Colloque « Energie »

Matériaux	Cu	Al	Hg	C	verre	polystyrène
$\rho$ ( $\Omega\text{m}$ )	$17 \cdot 10^{-9}$	$22 \cdot 10^{-9}$	$94 \cdot 10^{-8}$	$40 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{+17}$	$1 \cdot 10^{+20}$

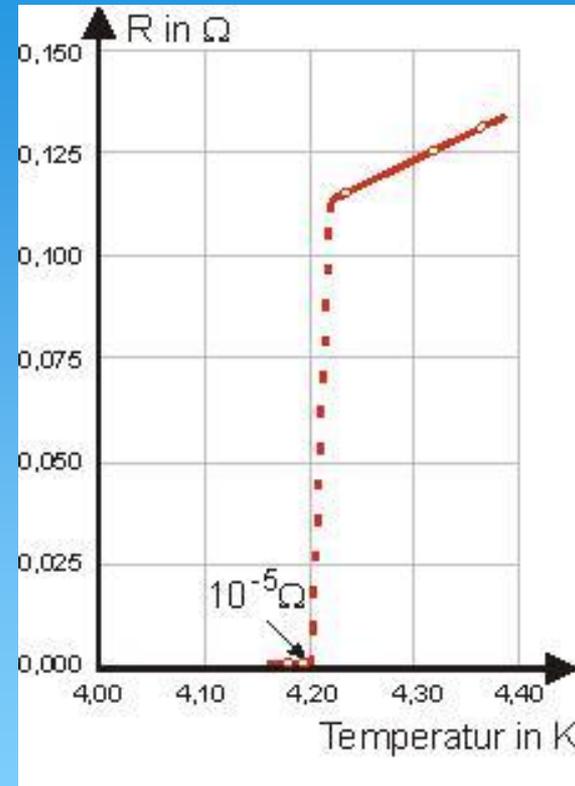
La résistivité de différents matériaux  
exprimée en Ohm . m

## Supraconductivité

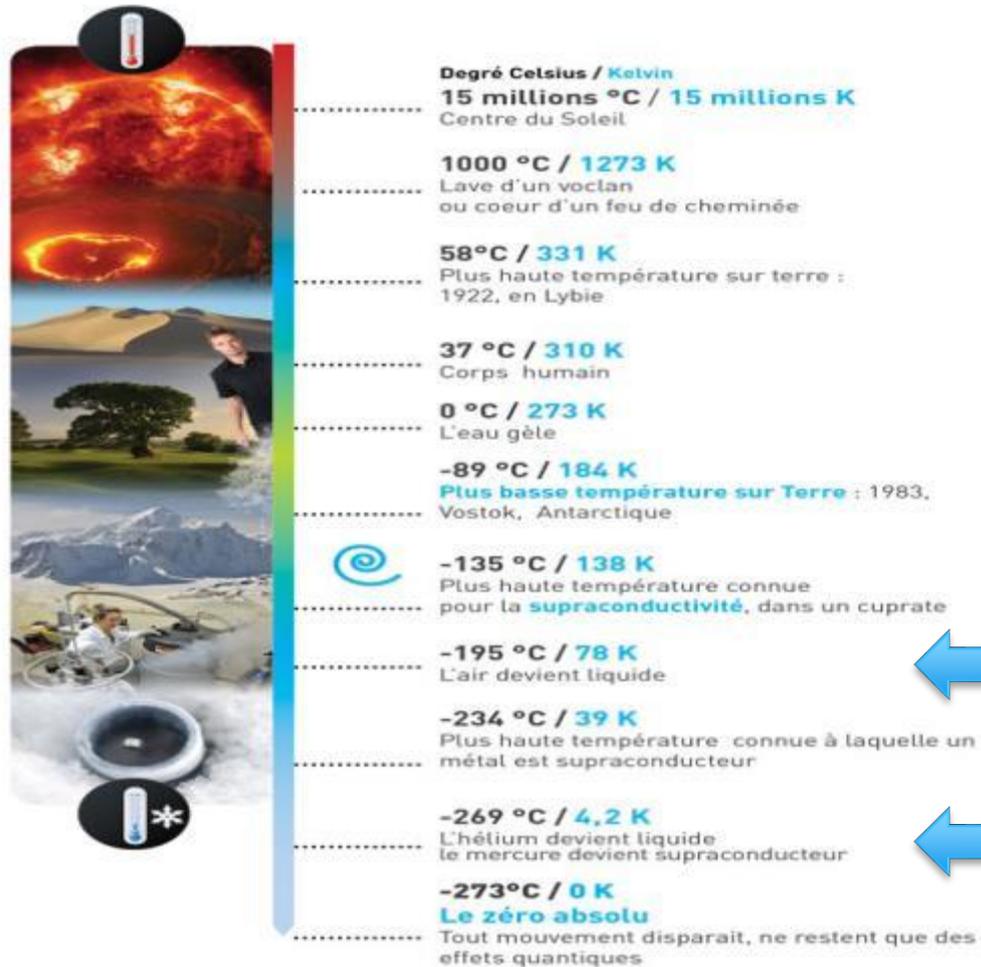
1908

Kamerlingh Onnes  
Mercure (Hg) 4,15°K

Conductivité infinie  
Effet Meissner  
Diamagnétisme parfait



# Colloque « Energie »

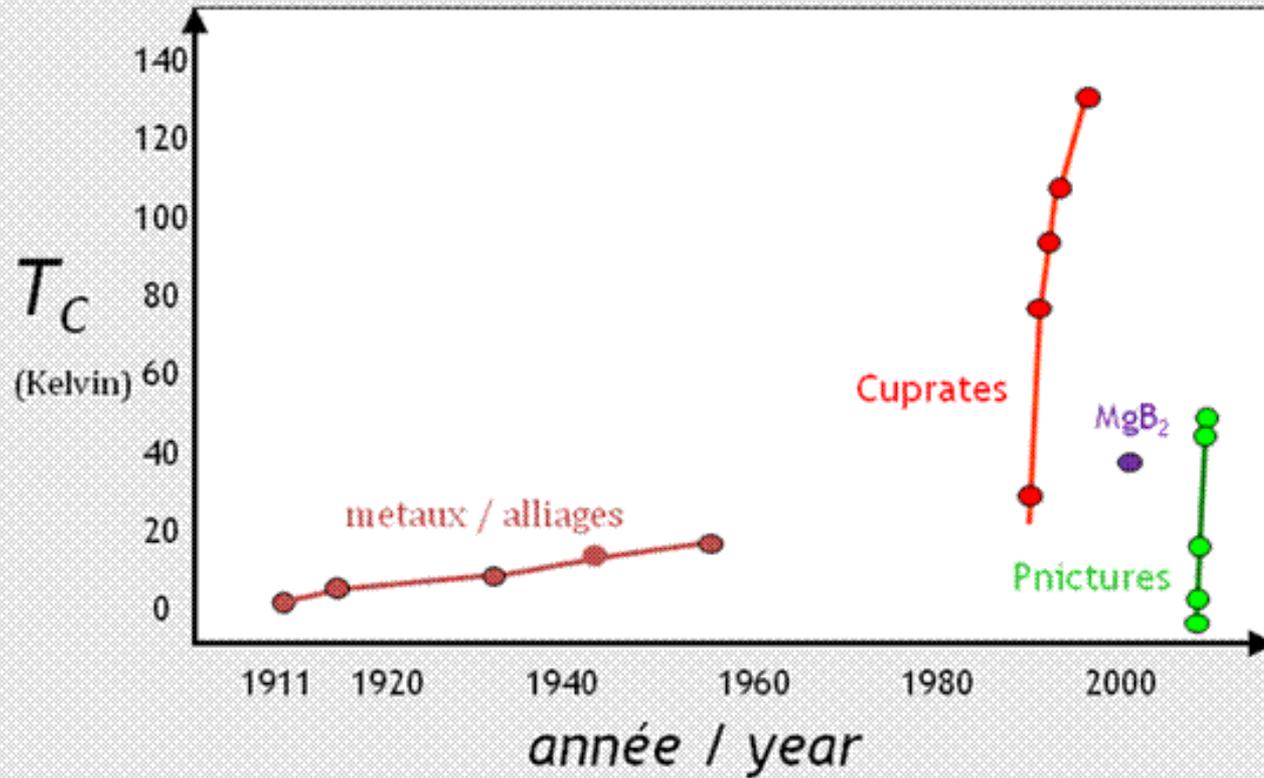


# 0,05 \$/l



# 5,00 \$/l

# Colloque « Energie »





# Colloque « Energie »

Matériaux	Hg	Pb	Nb <sub>3</sub> Ge	MgB <sub>2</sub>	YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7</sub>	Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>10</sub>
T <sub>c</sub> °K	4,15	7,196	23,3	39,0	92,0	110,0

Matériaux	TlBa <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>9</sub>	Hg <sub>0,8</sub> Tl <sub>0,2</sub> Ba <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>8,33</sub>
T <sub>c</sub> °K	123,0	138,0



# Colloque « Energie »

## Théories :

- Effet Joule (1860)  
modèle boules de billard
- Ginzbourg-Landau (1950)  
Equation de Schrödinger + paramètre d'ordre
- B.C.S. Bardeen Cooper Schrieffer (1957)  
Couplage des électrons en paires dites « paire de Cooper ».

Fermions  Bosons



# Colloque « Energie »

## **Applications** Câbles électriques





# Colloque « Energie »

**Applications** moyens de transport



# Colloque « Energie »

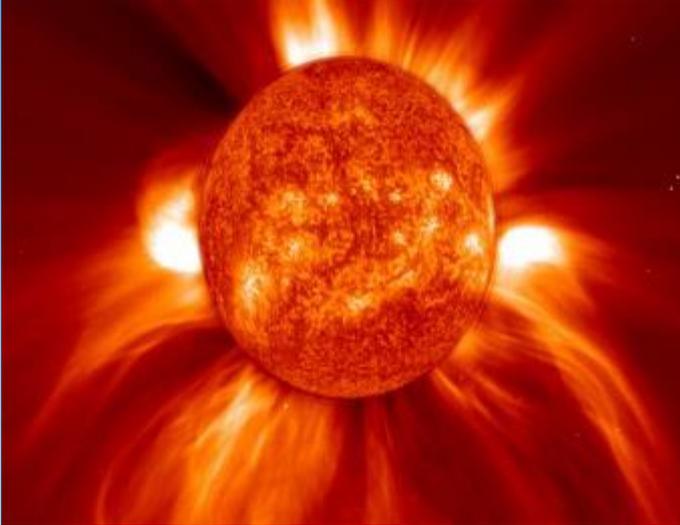
## **Applications** Imagerie Résonance Magnétique





# Colloque « Energie »

**Applications** Tokamak





# Colloque « Energie »

**Applications** Large Hadron Collider





# Colloque « Energie »