

# UE CMP

## Concepts et Méthodes de la Physique

### Cours 4

I. Rappel évolution exponentielle

II. Une application importante : la radioactivité § 3.3.2

(nous ne ferons pas le § 3.3.3)

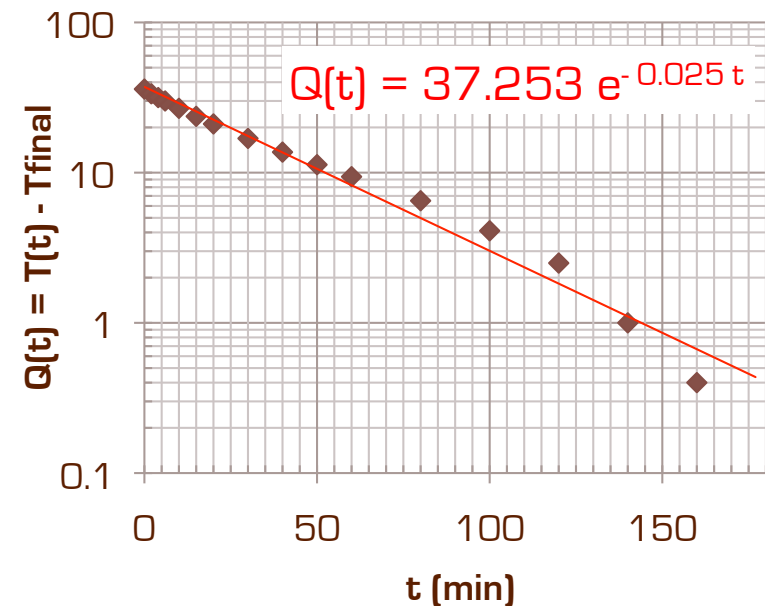
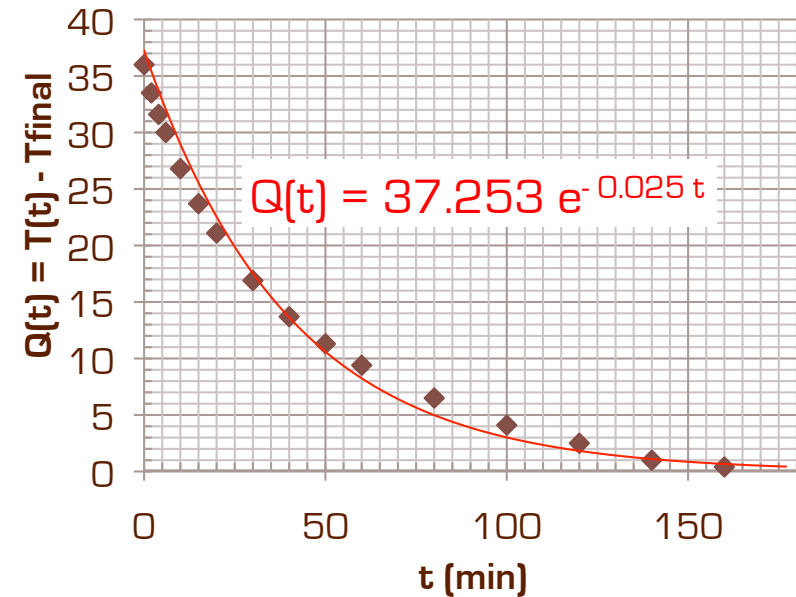
III. Evolution sinusoïdale § 3.2.4

# I. évolution exponentielle : équation différentielle

1. un film
2. un tableau de mesures
3. une phrase
4. un graphe
5. une loi mathématique
6. une équation d'évolution

t (min)	T-T(3h) °C
0	36
2	33.5
4	31.6
6	30
10	26.8
15	23.7
20	21.1
30	16.9
40	13.7
50	11.3
60	9.4
80	6.5
100	4.1
120	2.5
140	1
160	0.4
180	0

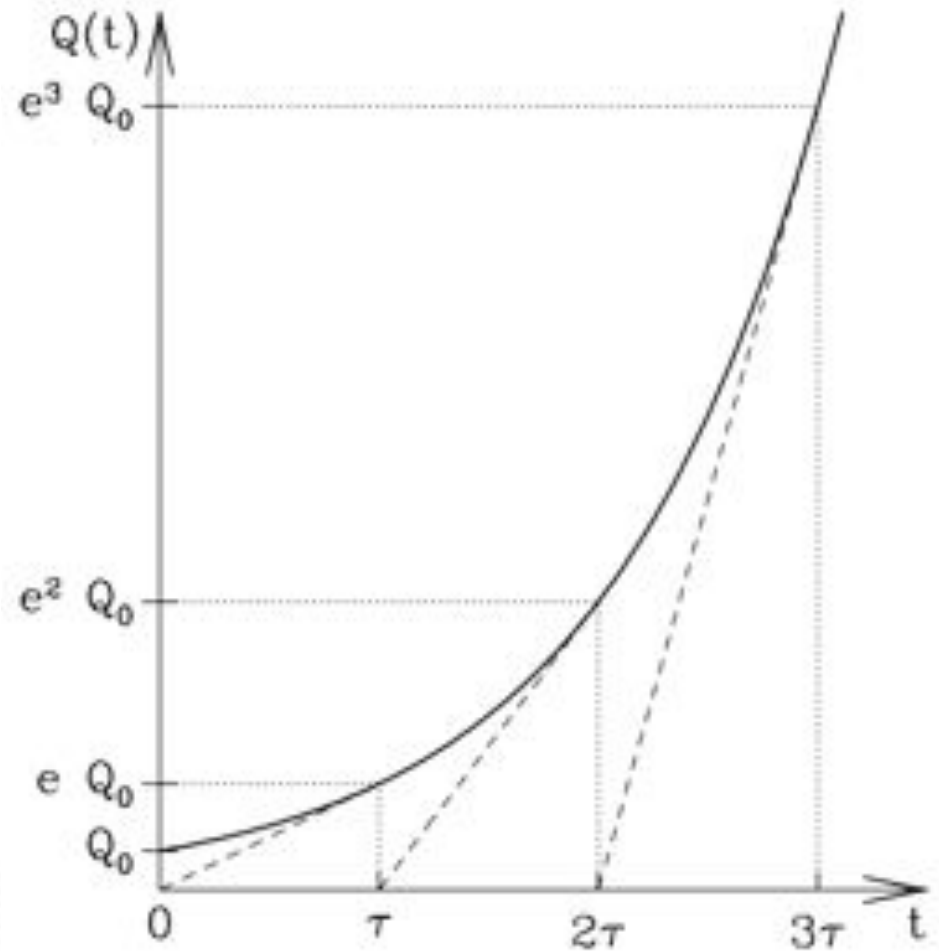
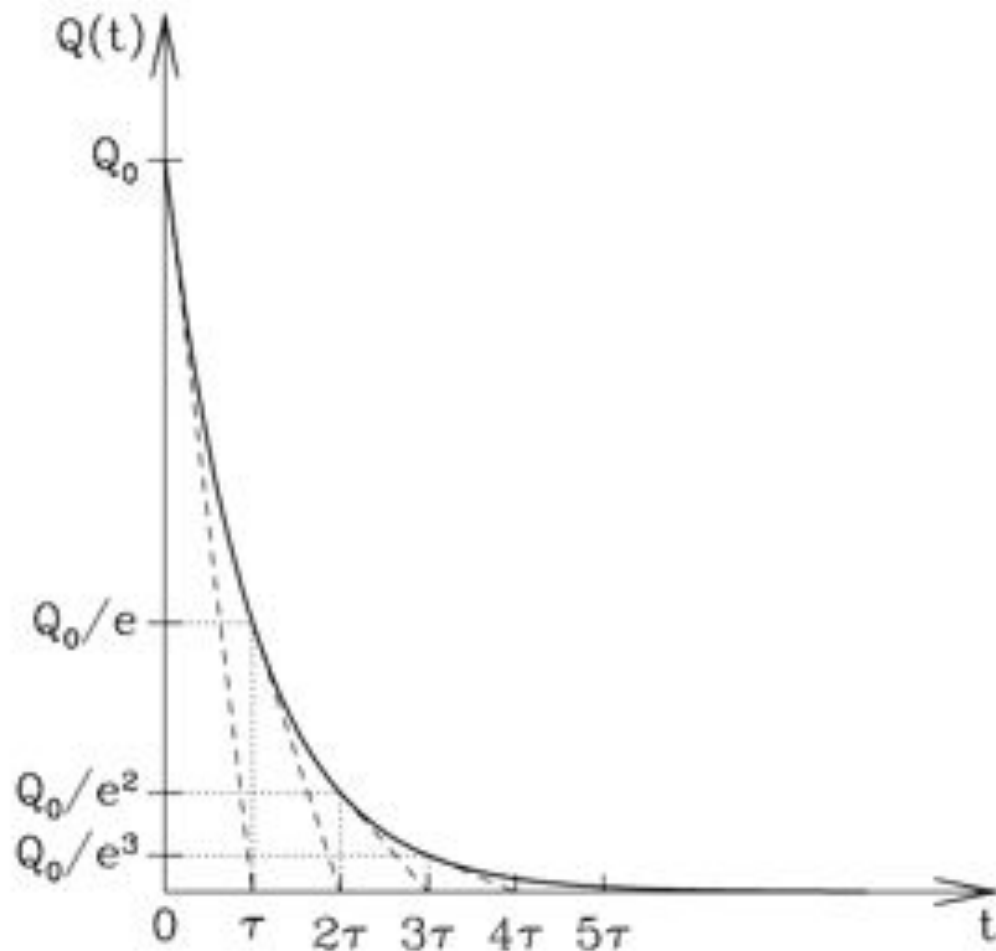
refroidissement de l'eau



# I. évolution exponentielle : équation différentielle

Dérivée de la fonction exponentielle :

$$dQ/dt = k Q(t)$$



# Les équations différentielles rencontrées

Nos 2 exemples d'équations différentielles :

1.  $\frac{dQ}{dt} = k$

→ Solution :  $Q(t) = Q_0 + kt$

évolution linéaire (bougie, sablier,...)

2.  $\frac{dQ}{dt} = k Q(t)$  ou

$\frac{dQ}{dt} - k Q(t) = 0$

→ Solution :  $Q(t) = Q_0 e^{kt}$

évolution exponentielle

(refroidissement eau, bactéries,...)

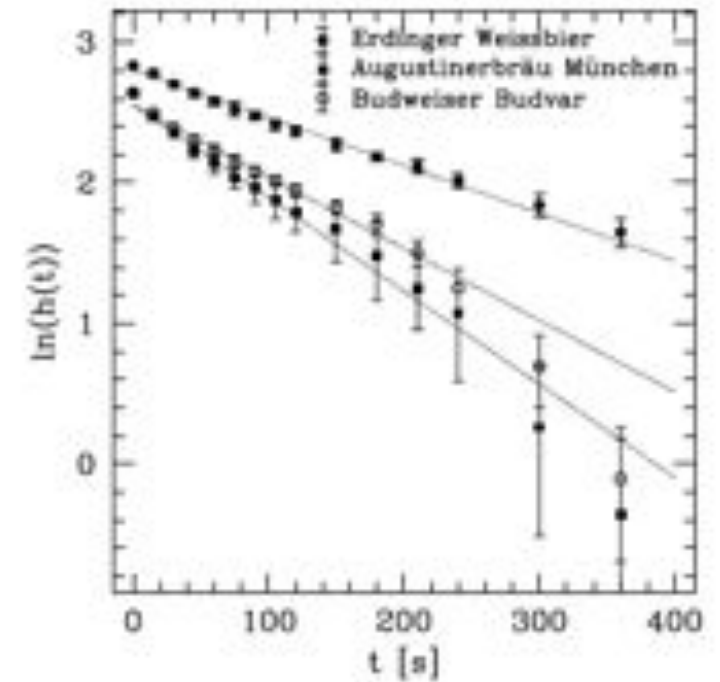
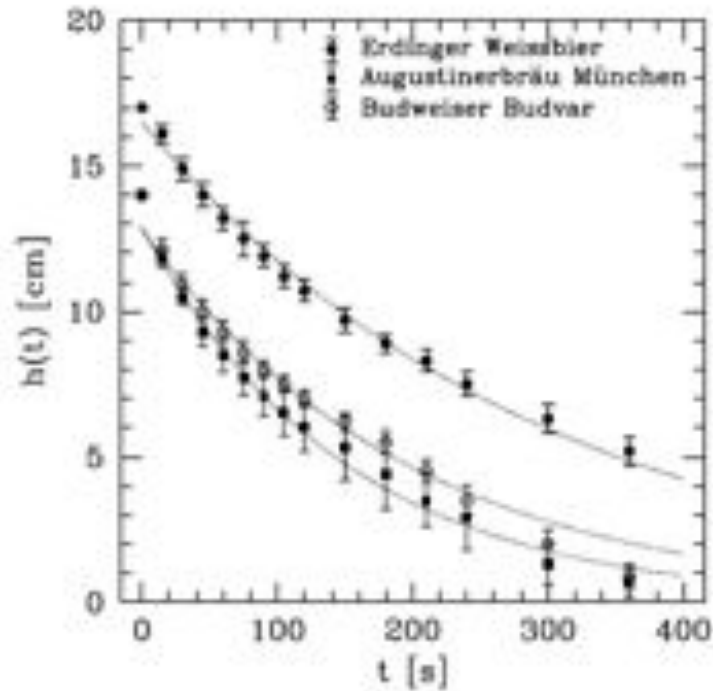
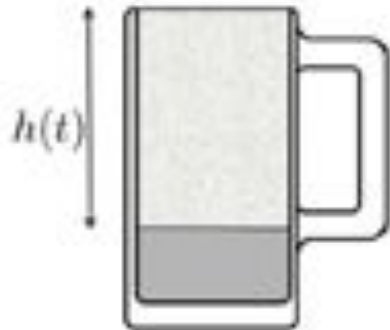
2 cas particuliers d'équations différentielles linéaires du 1<sup>er</sup> ordre :

$$a \frac{dQ}{dt} + b Q(t) = f(t)$$

**ATTENTION** :  $Q_0$  et  $k$  constantes à déterminer pour chaque problème

# Quelques exemples d'évolution exponentielle

## Mousse de bière

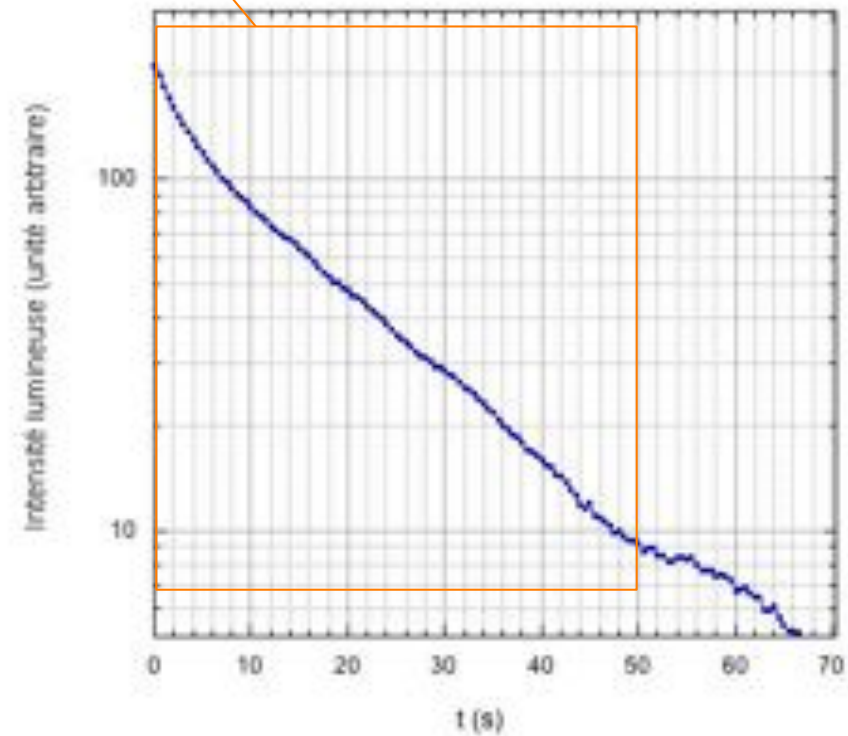
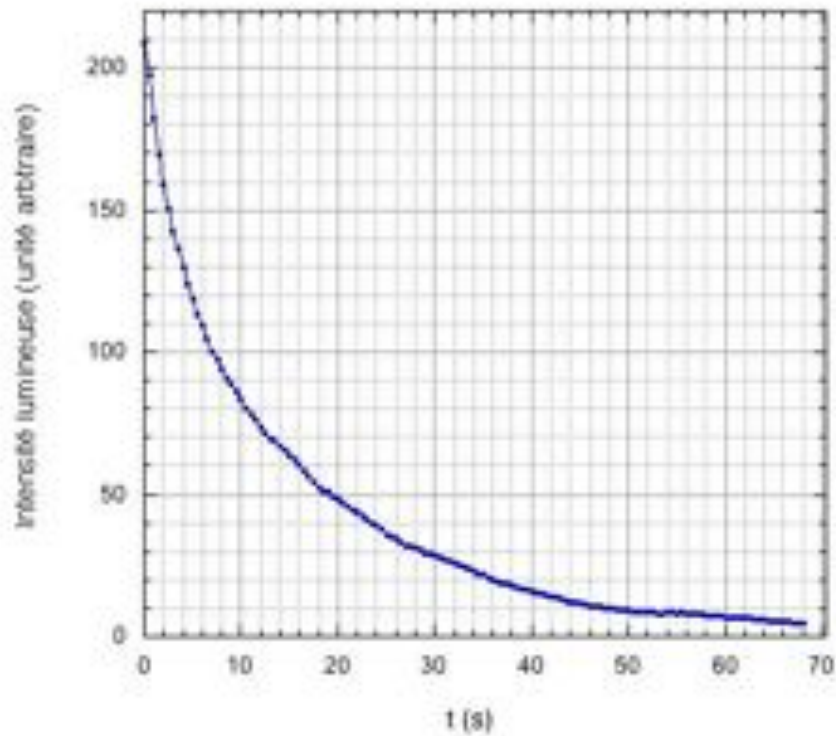
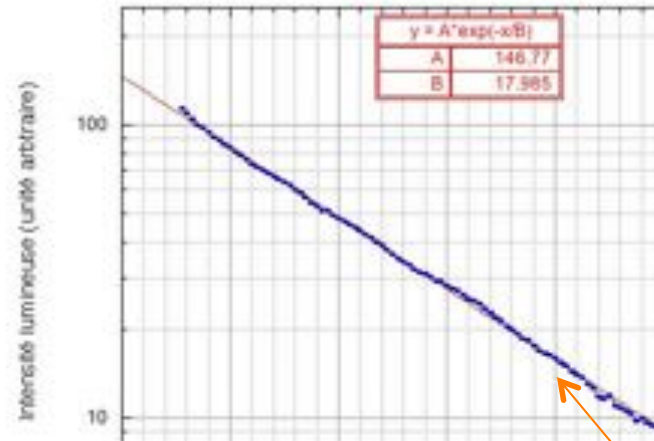


### III. Quelques exemples Phosphorescence



# III. Quelques exemples

## Phosphorescence



### III. Quelques exemples

#### Croissance des bactéries

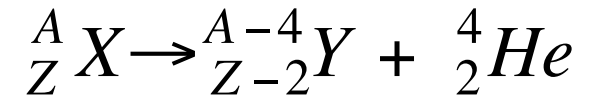
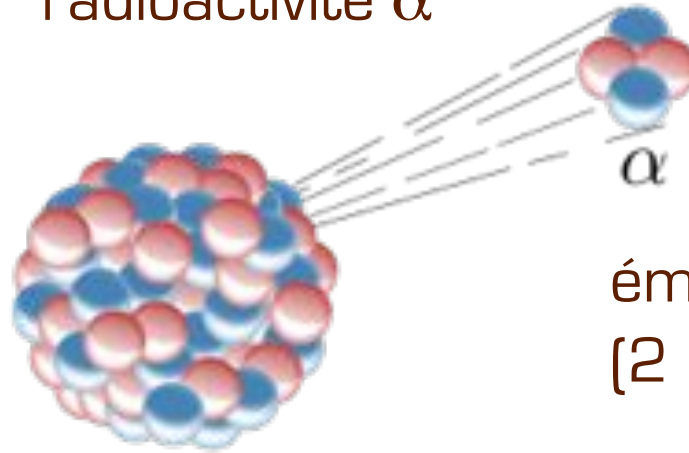




# IV – LA RADIOACTIVITE § 3.3.2

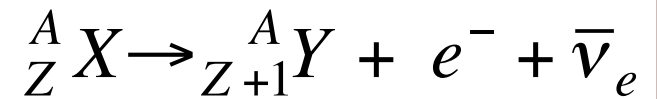
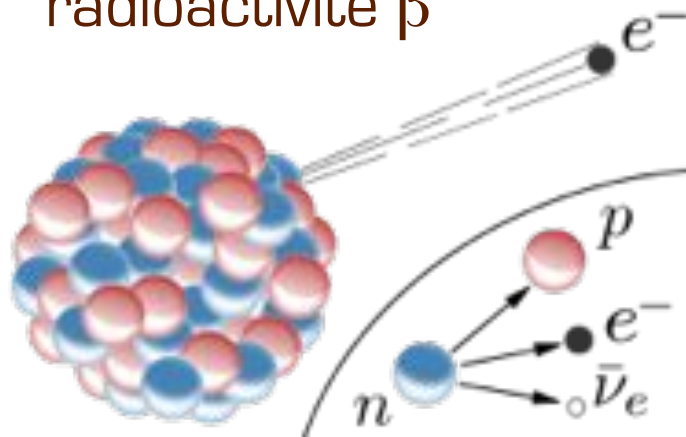
noyaux lourd,  
instables :  
désintégration  
spontanée

radioactivité  $\alpha$



émission particule  $\alpha$   
(2 neutrons + 2 protons)

radioactivité  $\beta$



neutron  $\rightarrow$  proton + électron +  
anti-neutrino

A = nombre de masse, Z = numéro atomique

# IV - LA RADIOACTIVITE § 3.3.2

chambre à brouillard



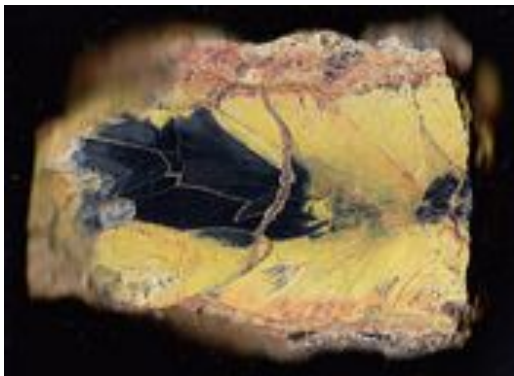
# Eléments radioactifs

dans les roches terrestres :

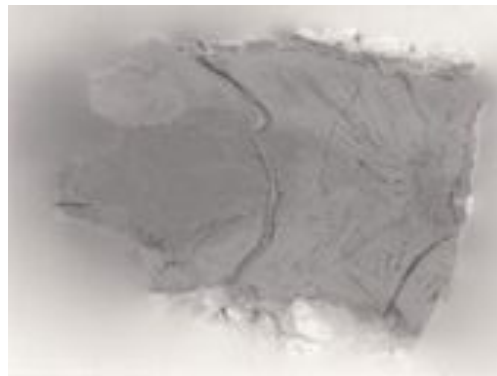
- isotope 238 de l'uranium ( $^{238}\text{U}$ )
- isotope 232 du thorium ( $^{232}\text{Th}$ )
- isotope 40 du potassium ( $^{40}\text{K}$ )

plus rares, leurs produits de désintégration :

- divers isotopes du radium ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ )
- et du radon ( $^{210}\text{Rn}$ ,  $^{211}\text{Rn}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{224}\text{Rn}$ )

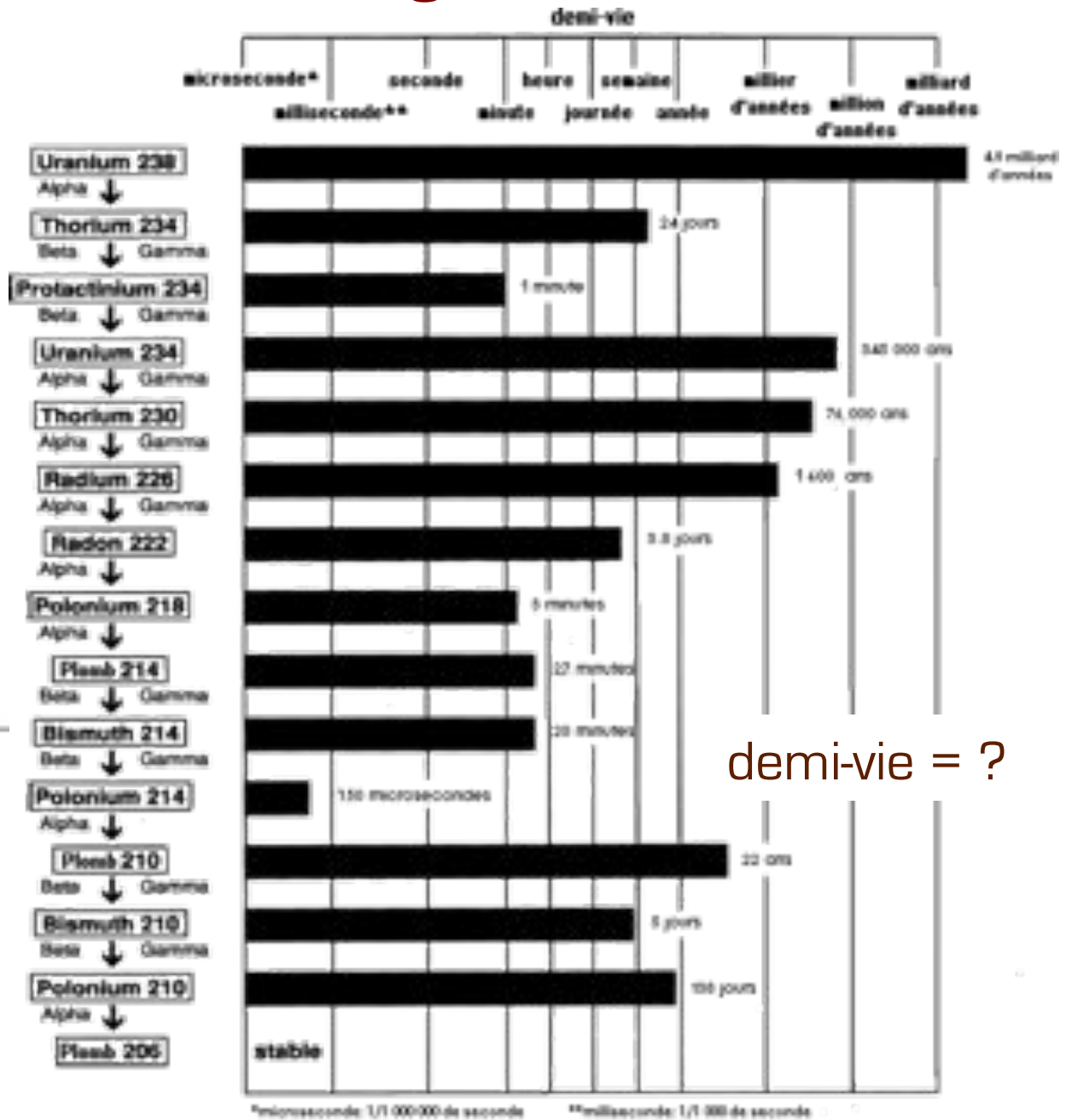
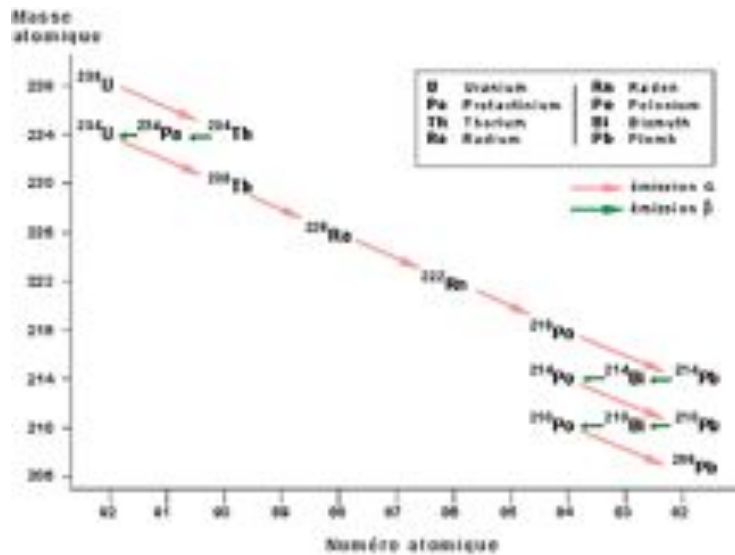


roche pechblende



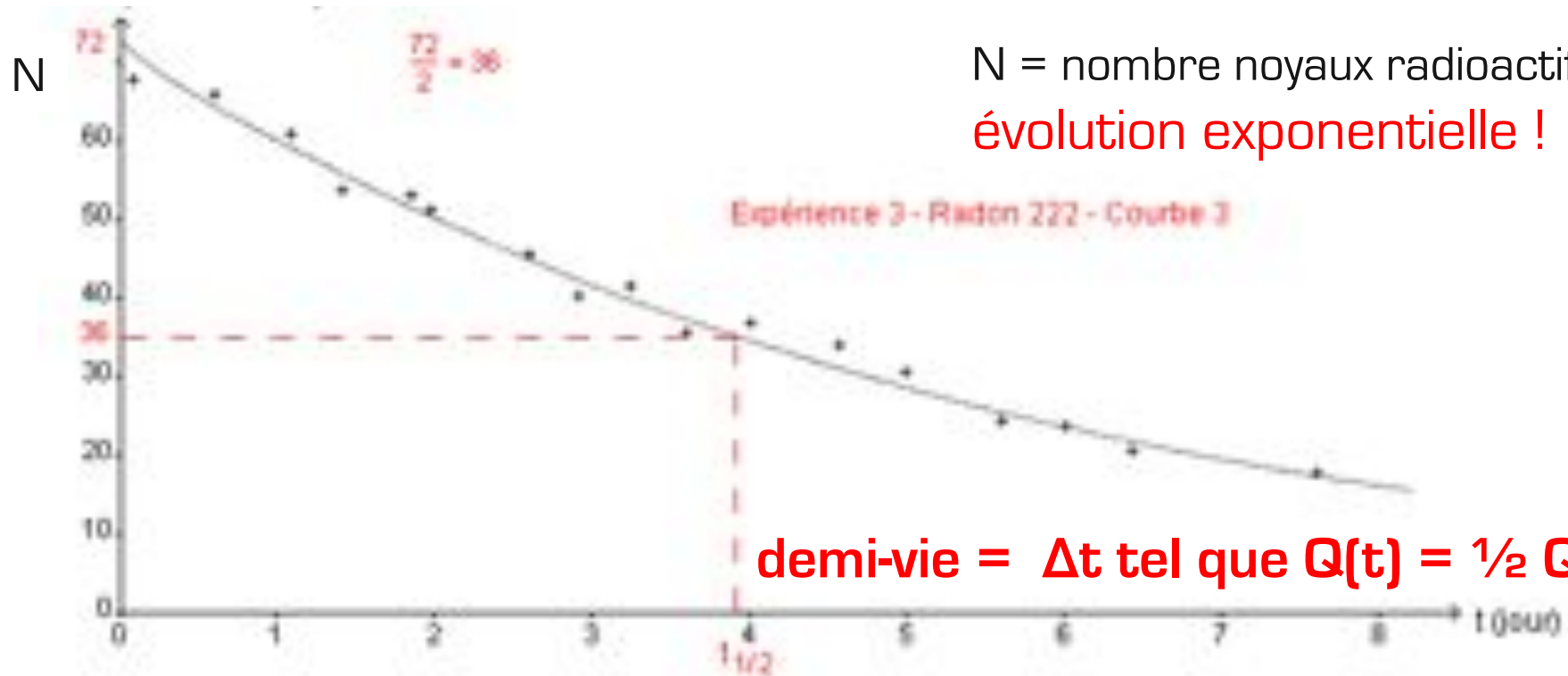
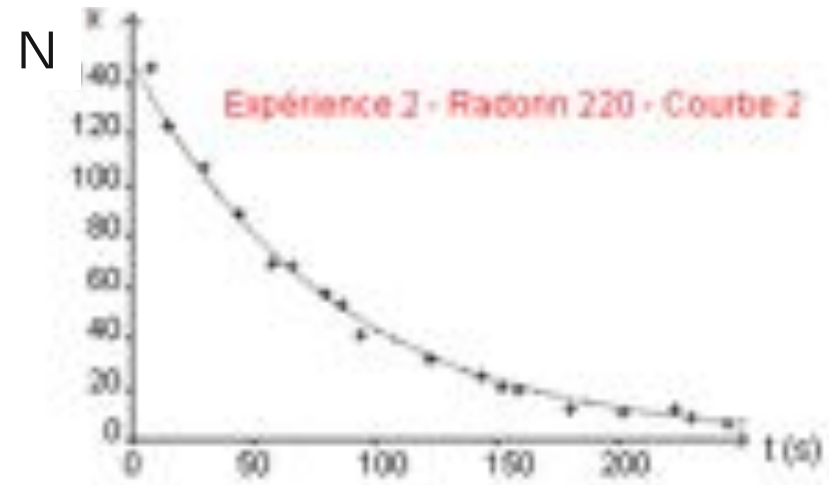
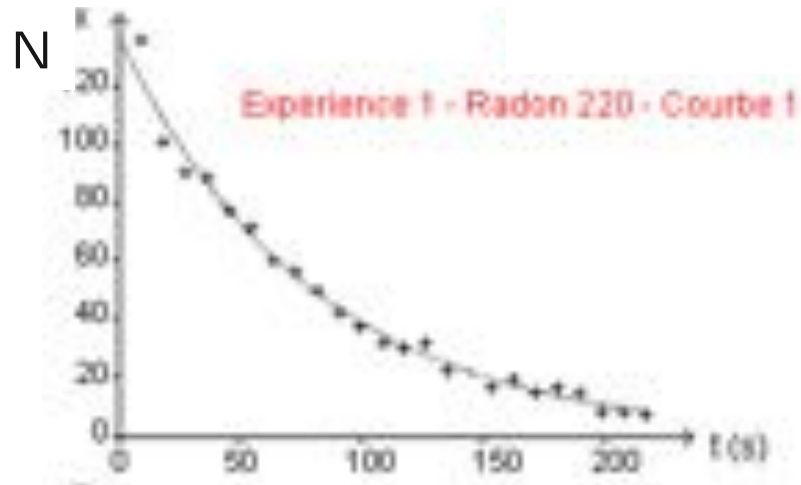
impression photo

# chaîne de désintégration



demi-vie = ?

# Evolution d'un échantillon radioactif



## IV. Radioactivité – résumé

$$P_{\Delta t} = \lambda \Delta t$$

$\lambda$  = constante radioactive

$$dN(t)/dt = -\lambda N(t)$$

équation différentielle associée

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-t/\tau}$$

loi d'évolution exponentielle

$\tau = 1/\lambda$  temps caractéristique

= durée de vie moyenne d'un noyau

$$\tau_{1/2} = \tau \ln(2) = \ln(2)/\lambda = \text{demi-vie}$$

$$A(t) = -dN(t)/dt = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-t/\tau} = \text{activité}$$

= désintégrations/temps

(Becquerel : 1 Bq = 1 désint./s)

transition : D'AUTRES LOI D'EVOLUTION TEMPORELLE ?

## DISCUSSION

Quelles sont d'autres loi d'évolution « remarquables »  
qu'on rencontre souvent en physique  
et/ou dans notre environnement ?

# EVOLUTION SINUSOÏDALE § 3.2.4

Exemples :

- tension fournie par le réseau électrique
- angle du pendule
- allongement du ressort
- le son....



# EVOLUTION SINUSOÏDALE § 3.2.4

EVOLUTION TEMPORELLE SINUSOÏDALE D'UNE QUANTITÉ PHYS. Q

$$Q(t) = Q_0 \sin(\omega t + \phi)$$

$Q_0$  = **amplitude** = valeur maximum ;

$\phi$  = **phase** : pour  $t=0$ ,  $Q(t) = Q_0 \sin(\phi)$

$\omega$  = **pulsation** =  $2\pi f = 2\pi / T$ , où

$T$  = **période**,  $f = 1/T$  = **fréquence**

# Point sur les fonctions trigonométriques

## Exercice :

Tracer sur un même (grand) graphe les 4 fonctions suivantes :

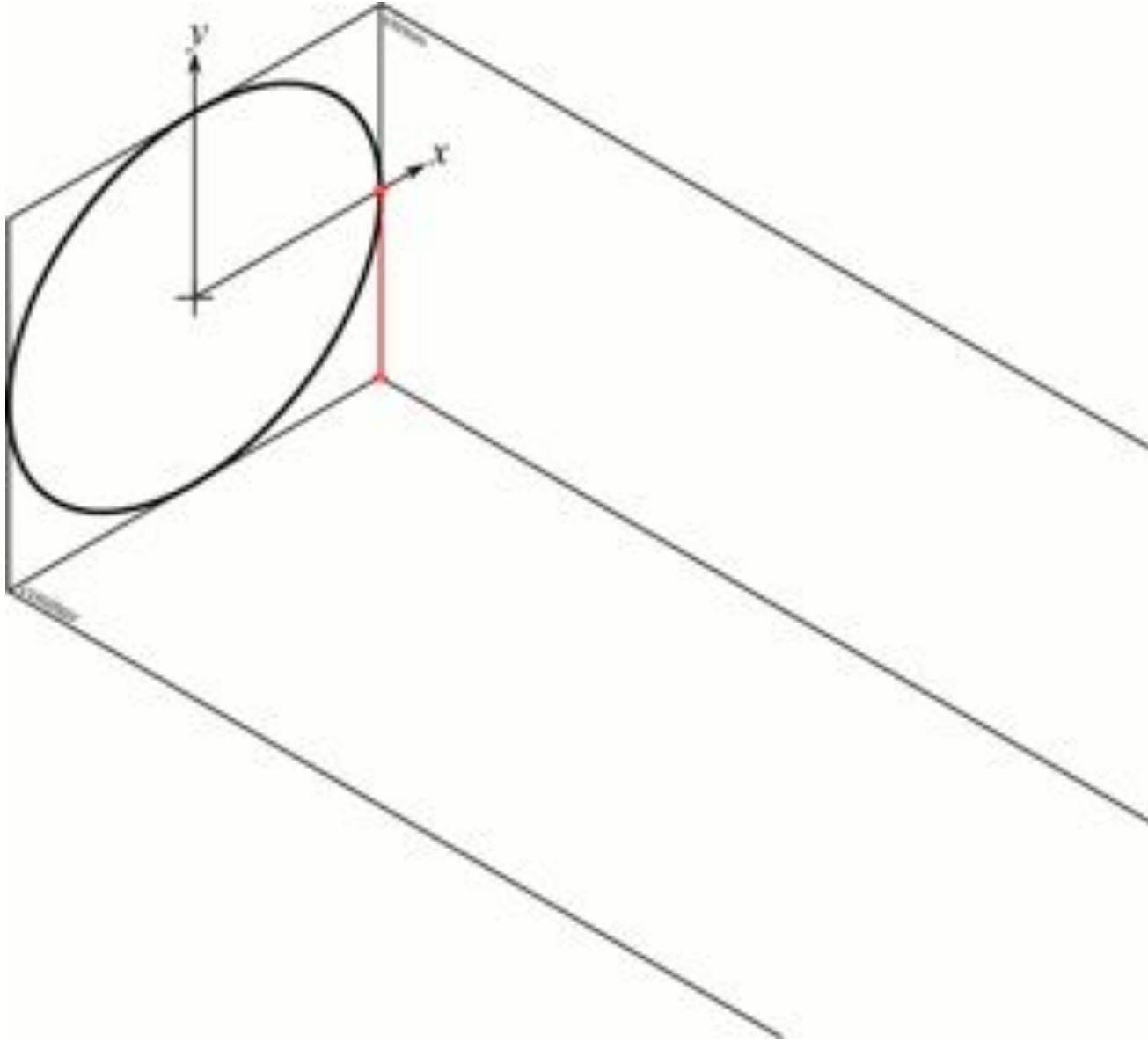
1)  $\cos(t)$

2)  $\sin(t)$

3)  $\sin(\omega t)$  avec  $\omega = 2$

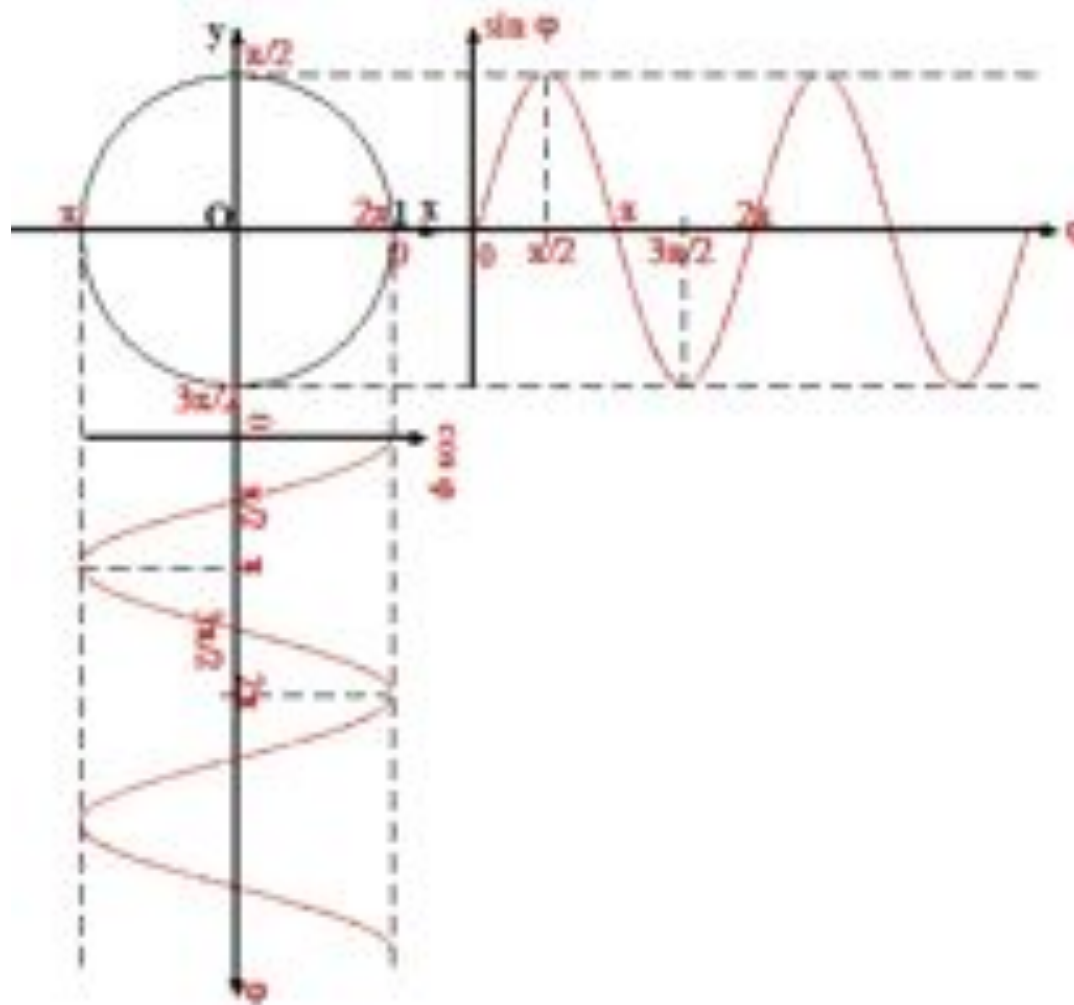
4)  $\cos(t + \phi)$  avec  $\phi = \pi/4$

# fonctions sinusoidales



# fonctions sinusoidales

<http://physique.vije.net/1STI/electricite.php?page=sinusoidaux1>



# LE POINT SUR LE POLY

ce cours 3 :      3.1.1   3.1.2  
                         3.2.1   3.2.2   [...]   3.2.4

Encadrés 2 à 4,  
Fiches 3 (moitié) + fiche 4