

UE CMP

Concepts et Méthodes de la Physique

Cours 1

chapitres 1 et 2,

grandeurs physiques, dimensions et unités

A. Introduction et questionnaire

B. Programme de ce cours et description du poly.

C. Le chapitre 1 : la démarche du physicien

D. Chapitre 2 : Grandeurs physiques, dimensions et unités

E. – Analyse dimensionnelle

– pause –

Entrainement

Organisation de l'UE

Vu en amphi ; on en reparle au prochain cours

Site web de ce cours

Tous les documents montrés en cours
et d'autres ressources (liens à des documents, films...)

Disponibles sur ce site :

<http://www.lptmc.jussieu.fr/user/barbi/ENSEIGNEMENT/L1/CMP/CMP.html>

ou taper sur google

« 1P001 maria barbi »

(3^{ème} résultat)

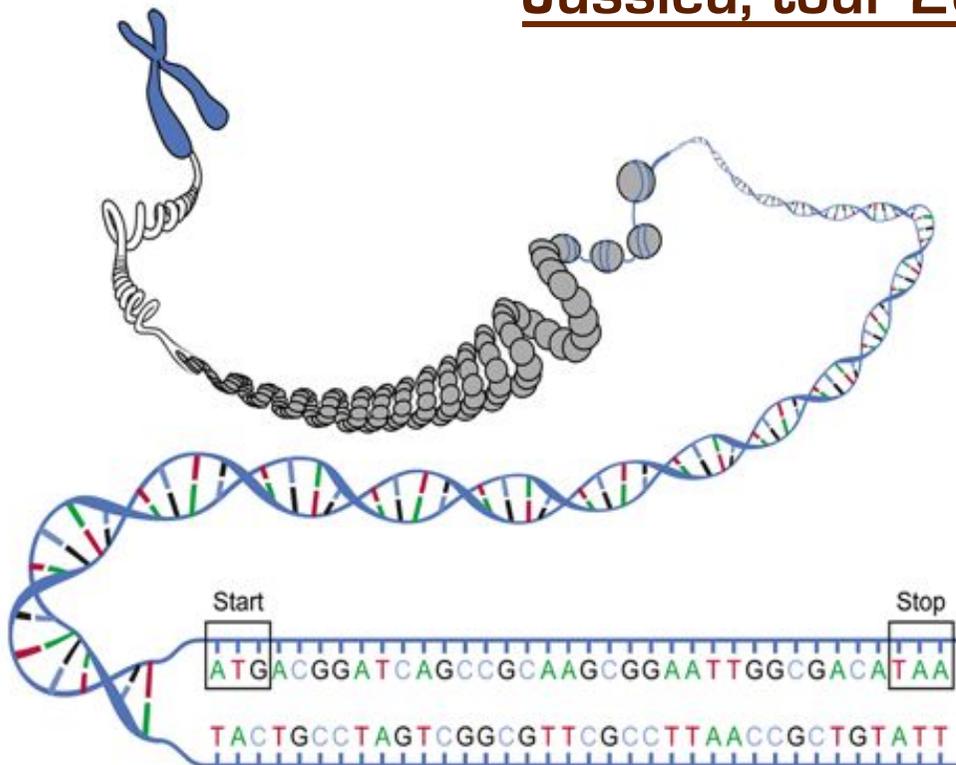
Faisons connaissance

Qui est votre enseignante ?

Maria Barbi maria.barbi@upmc.fr

Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée (LPTMC)

Jussieu, tour 23-13, 5^{ème} étage



Enseignant-chercheur
physique de l'ADN
(modélisation, théorie)

Faisons connaissance

C'est quoi Concepts et Méthodes de la Physique (CMP) ?

Apprendre à *faire* la physique

phénomène observé



identification puis *mesure* de grandeurs physiques impliquées



recherche d'une relation entre ces grandeurs
(interactions, ou bien dépendance d'une de l'autre)



loi générale et quantitative, une *équation mathématique*,
qui permet de *décrire* et de *prédire* ce qu'on observera

Faisons connaissance

La section de renforcement

Nous avons investi sur vous !

En retour :

- être **présent** en cours, TD, TP, colles (appel)
- arriver **à l'heure**
- **s'investir** dans le travail qu'on vous propose

Le cours sur 3h :

2h d'apprentissage + 1h de travail actif

Equipe enseignante réduite, coordination forte cours - TD

Faisons connaissance

Qui êtes-vous ?

Questionnaire anonyme

(10 minutes)

Le poly de cours



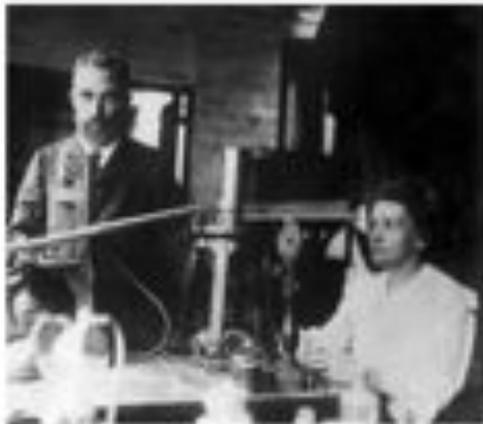
Licence 1 (MPI & PCQ)

Concepts et Méthodes de la Physique

Polycopié de cours

Frédéric Daigne et Dominique Mouhanna

Année universitaire 2014-2015



Pierre et Marie Curie dans leur laboratoire en 1906

- Distribué en 2 fois
- Notions du lycée
- Encadrés
- A la fin du chapitre :
 - objectifs
 - outils mathématiques
 - fiches méthode
 - compléments

CHAPITRES 1 ET 2 :
A LIRE PAR VOUS MEMES !

Chapitre 1: la démarche du physicien

1.1 Introduction

1.2 Le champ d'investigation de la physique

1.2.1 Du microscopique au macroscopique/ élémentaire au complexe

1.2.2 Le monde élémentaire : constituants et interactions

1.2.3 Les interactions fondamentales

1.2.4 Le monde macroscopique et la complexité

1.3 Conclusion

Les points importants :

- la force gravitationnelle, la force de Coulomb
- principales échelles de longueur, de temps, de masse
- la structure d'un atome et la manière de la décrire

particulièrement § 1.2

1. Ordres de grandeur



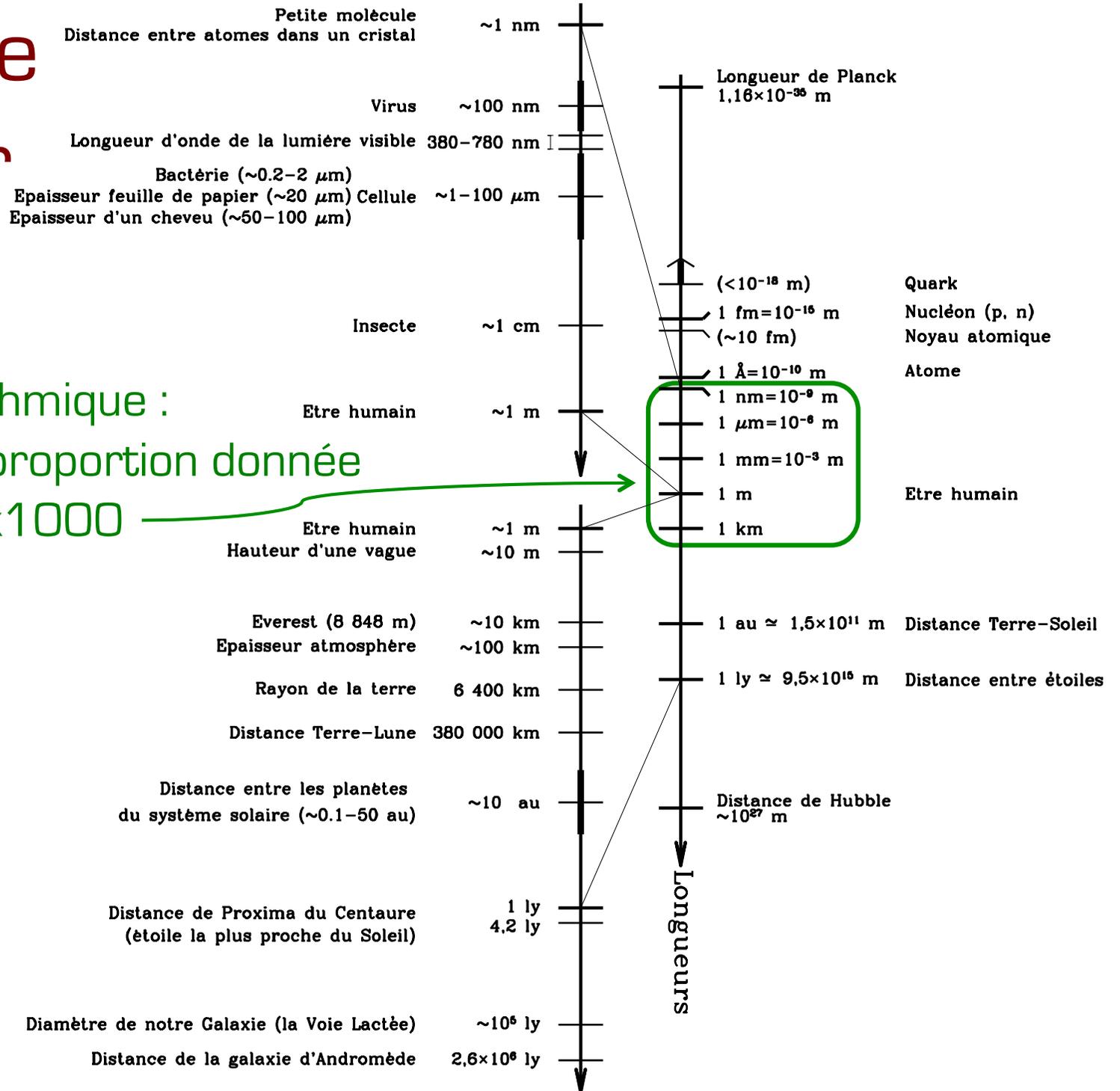
Film sur le site :
POWERS OF 10
(PUISSANCES DE 10)

1977

Ordres de grandeur

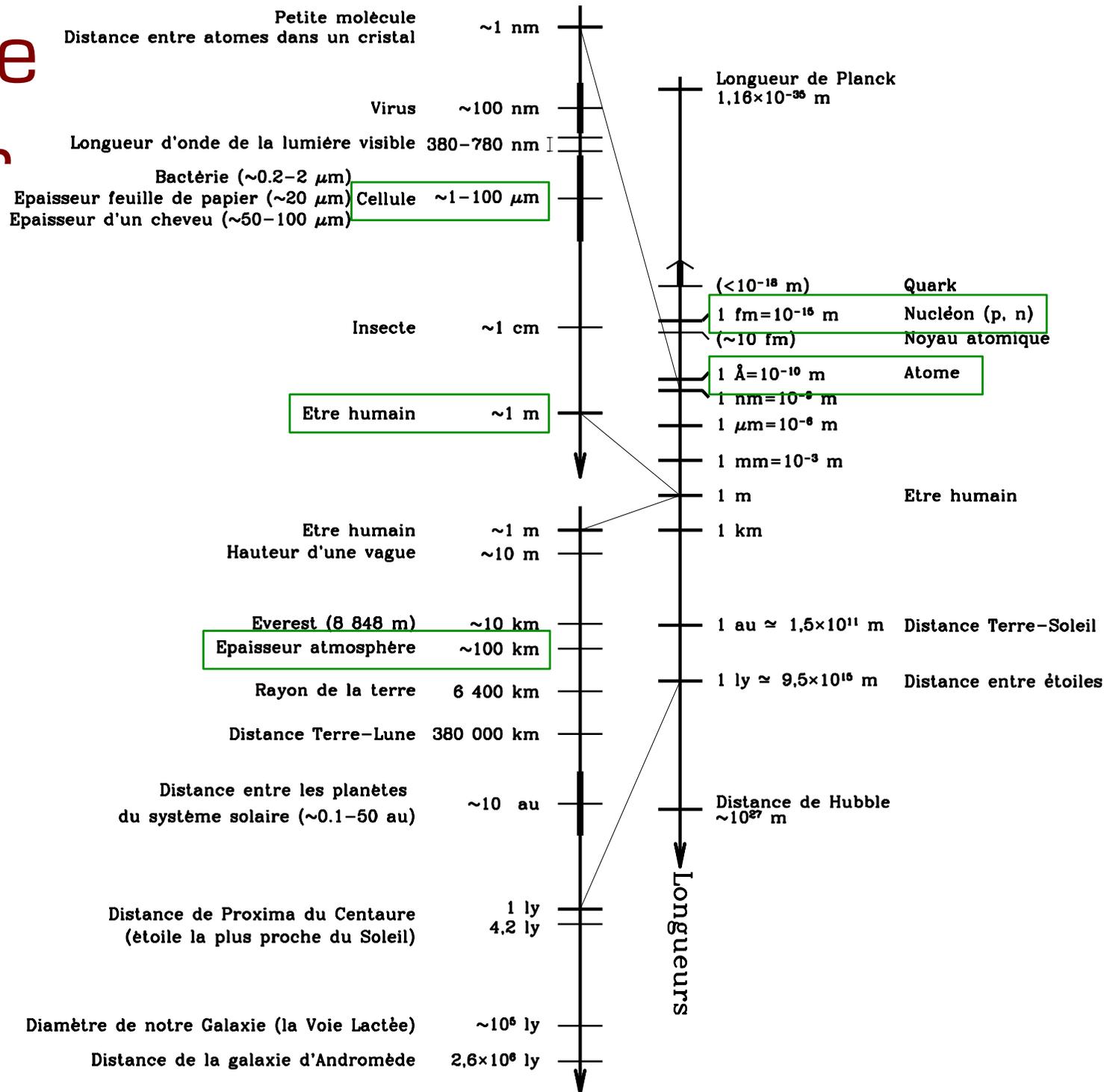
(fig. 1 du poly)

échelle logarithmique :
 1 distance = proportion donnée
 ici = x1000



Ordres de grandeur

(fig. 1 du poly)

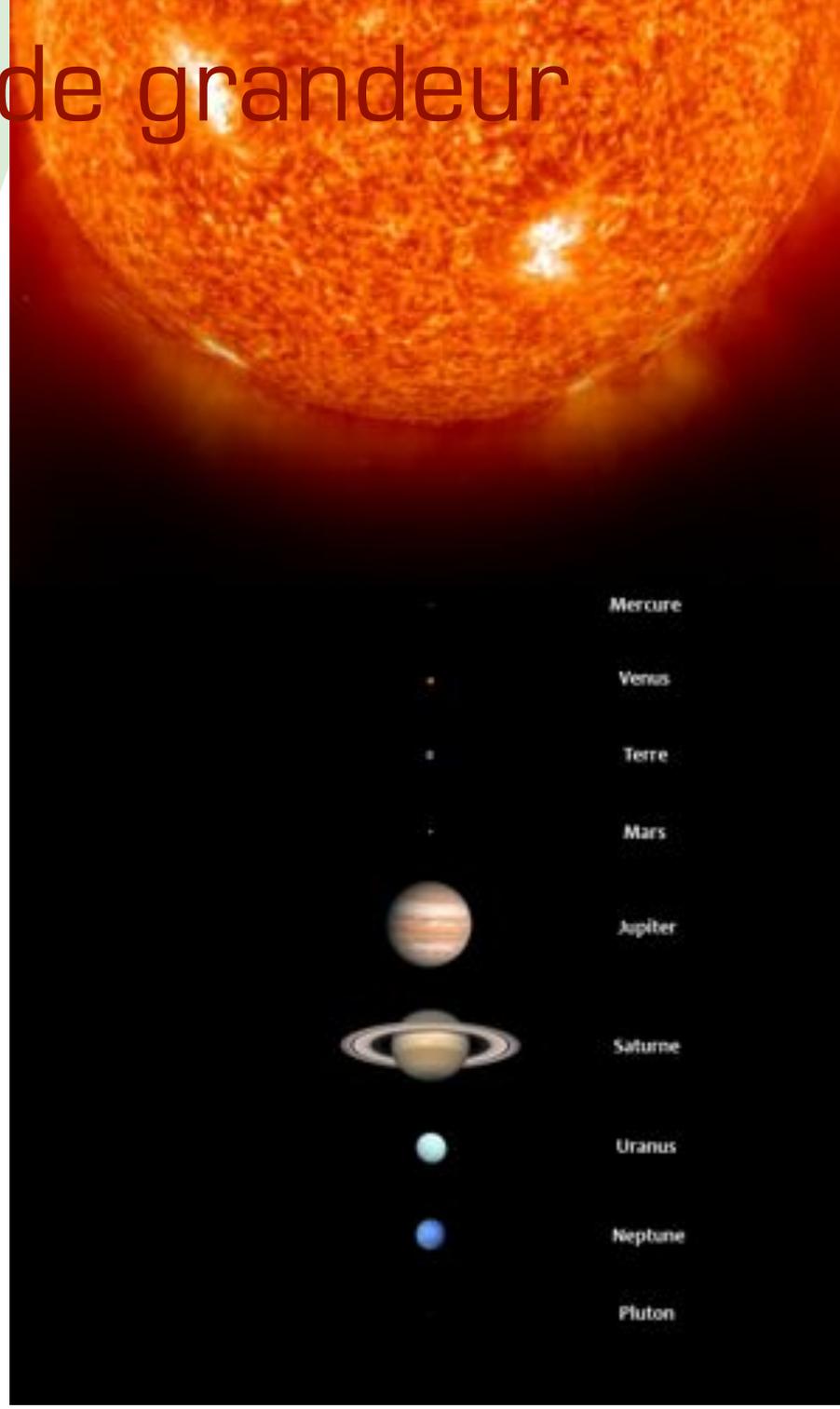


http://hist.science.online.fr/science/docs_fr/Distances.htm

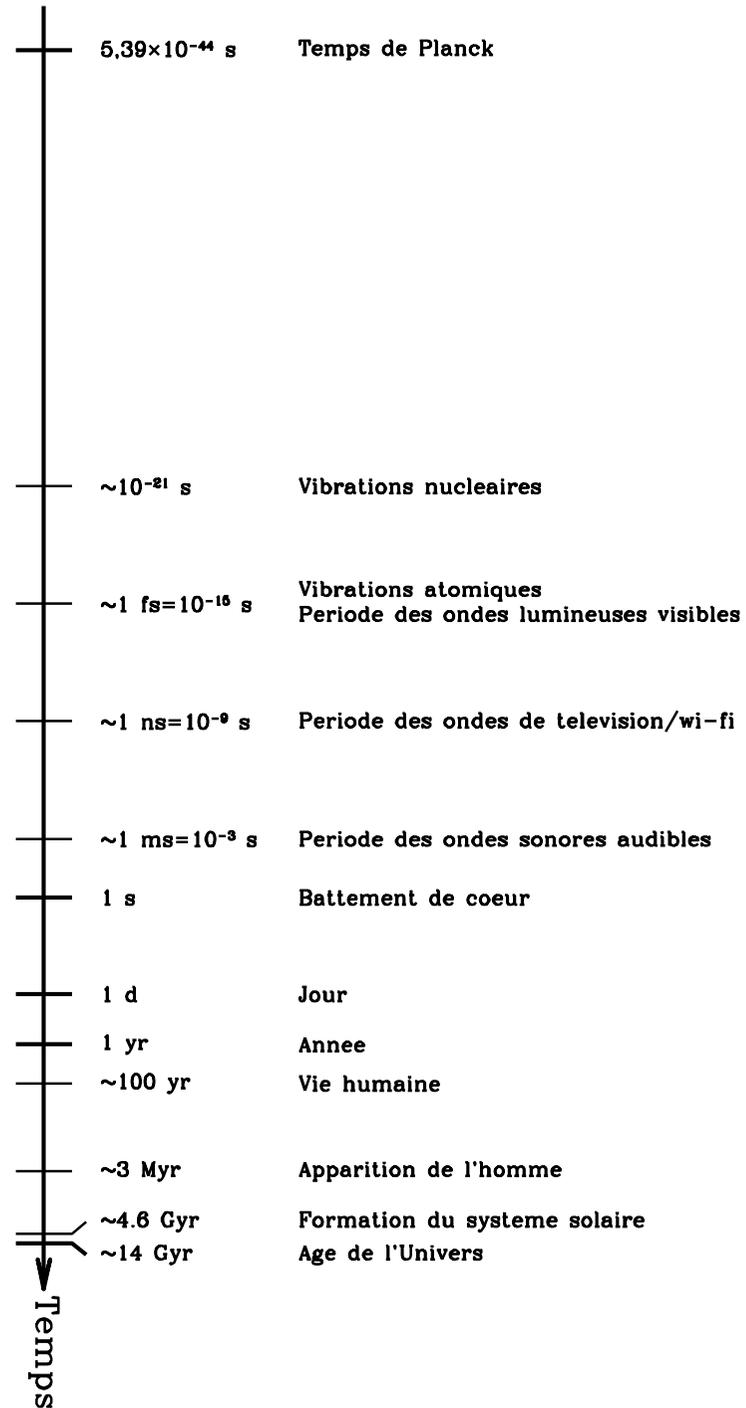
<http://systemesolaire.unblog.fr/2009/06/24/lechelle-de-notre-systeme-solaire/>



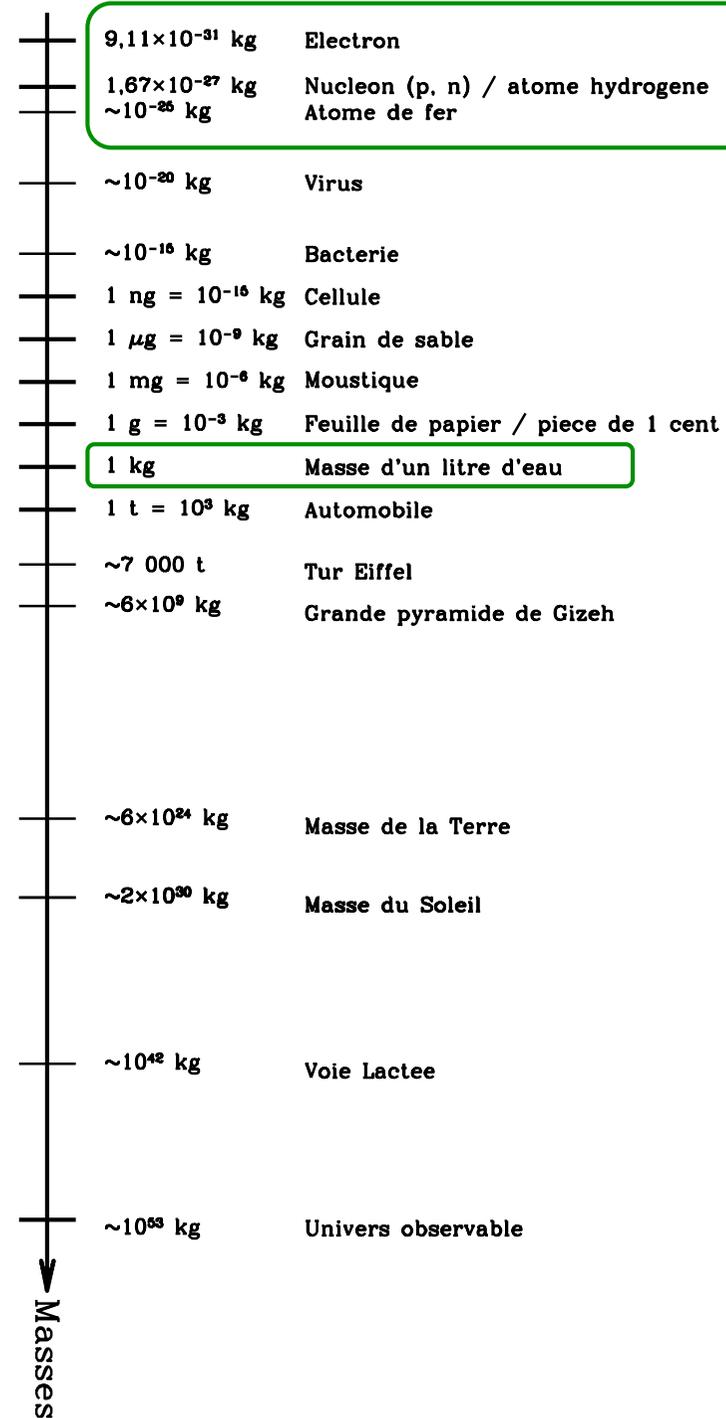
Ordres de grandeur



Temps

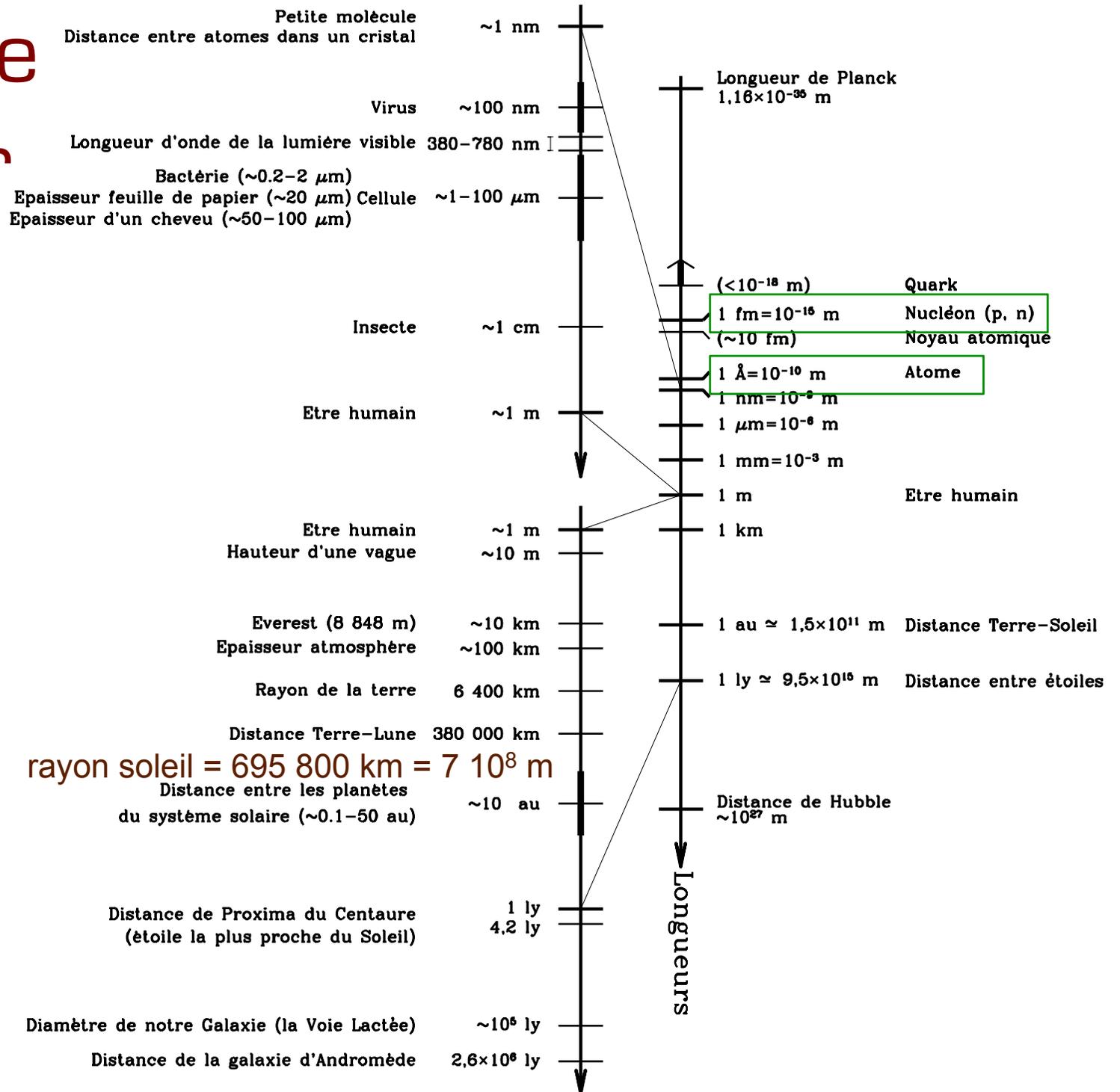


Masses

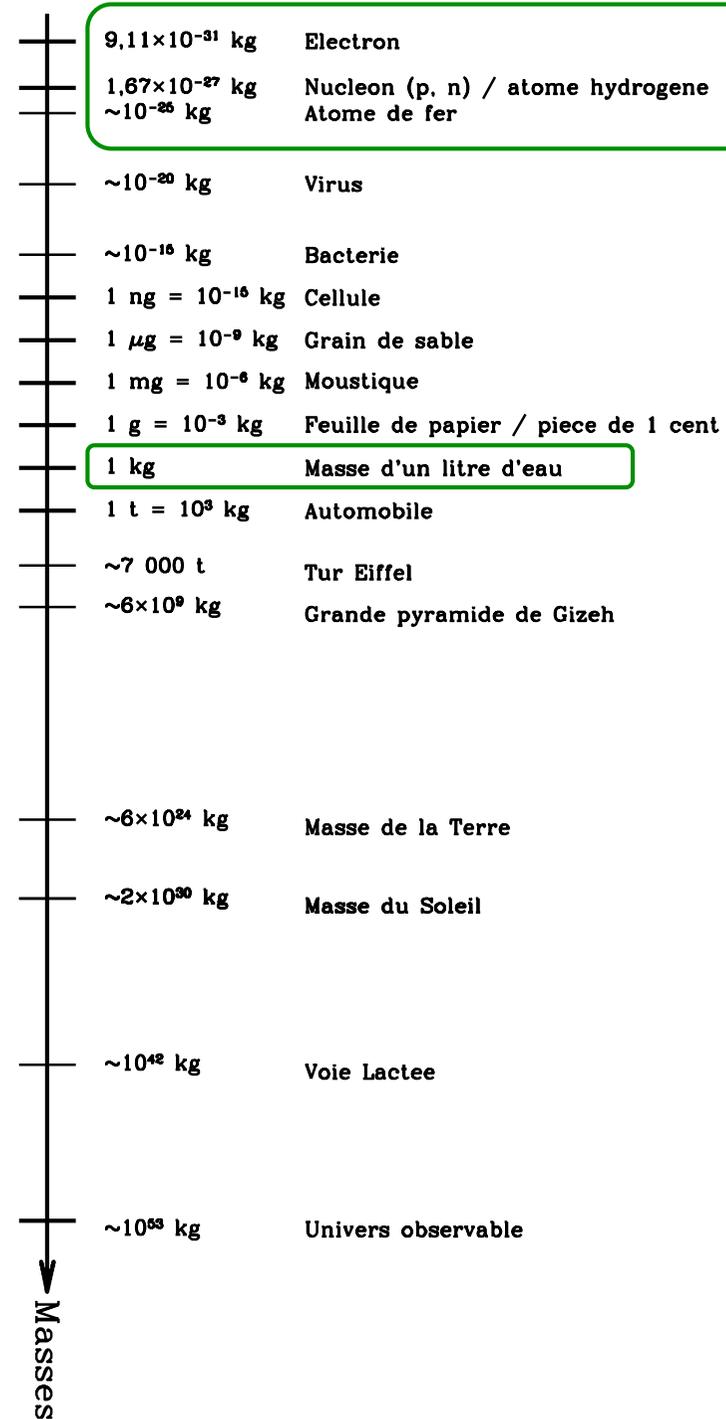


Ordres de grandeur

(fig. 1 du poly)



Masses



Interactions fondamentales

Interaction gravitationnelle : attractive, proportionnelle aux masses, décroissante en $1/r^2$ (à longue portée)
(intensité non négligeable seulement pour des grandes masses)

Interaction électrostatique : attractive ou répulsive (charges + et -), proportionnelle aux charges, décroissante en $1/r^2$
(prédominante au niveau des atomes, molécule, matière à notre échelle)

Et dans le noyau atomique ?

Interaction forte : assure la cohésion des nucléons (protons, neutrons, et même tous les *hadrons*) et du noyau atomique
(très courte portée, 10^{-15} m, mais force 100 à 1000 fois supérieure à l'interaction électromag à cette échelle)

quoi d'autre ?

Interaction faible : intervient dans la radioactivité (chapitre 3)
(portée 10^{-17} m, 10^{-5} fois plus faible que l'interaction électromag.)

} formulation quantique

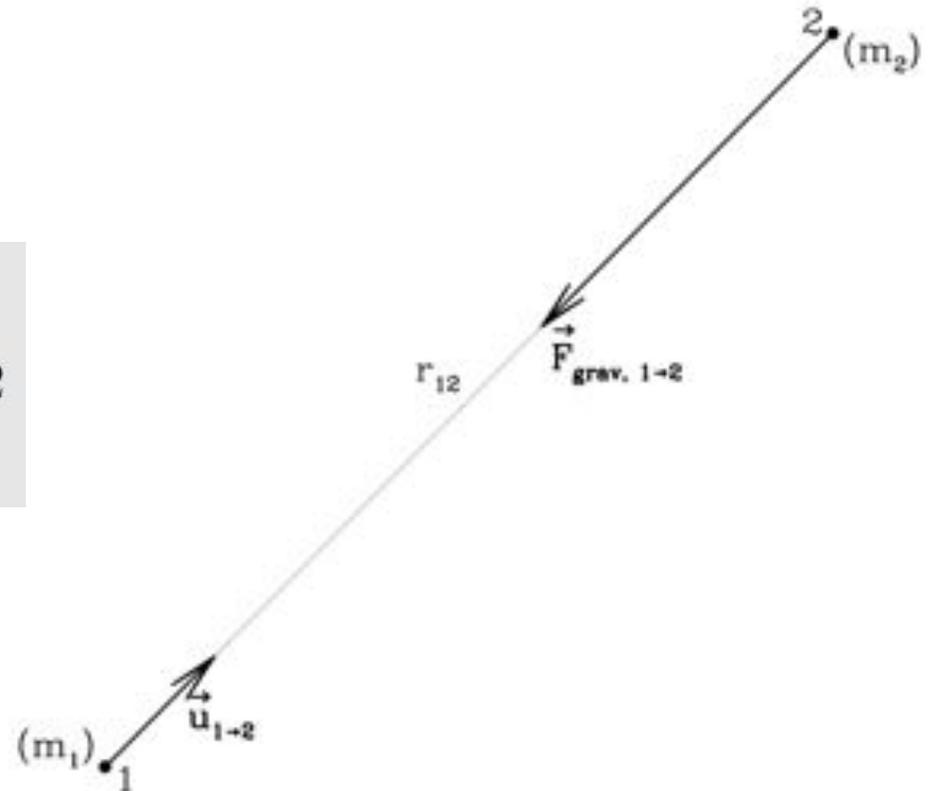
Interactions

Force gravitationnelle,

responsable de la cohésion du système solaire

$$\vec{F}_{\text{grav},1\rightarrow 2} = -\frac{G m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1\rightarrow 2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$$



Les planètes sont attirées par le soleil (et par les autres planètes)
les étoiles par les autres étoiles, les pommes par la terre...

L'histoire de la pomme et de la lune :

À lire dans

Astronomie et astrophysique.

Cinq grandes idées pour explorer et comprendre l'univers

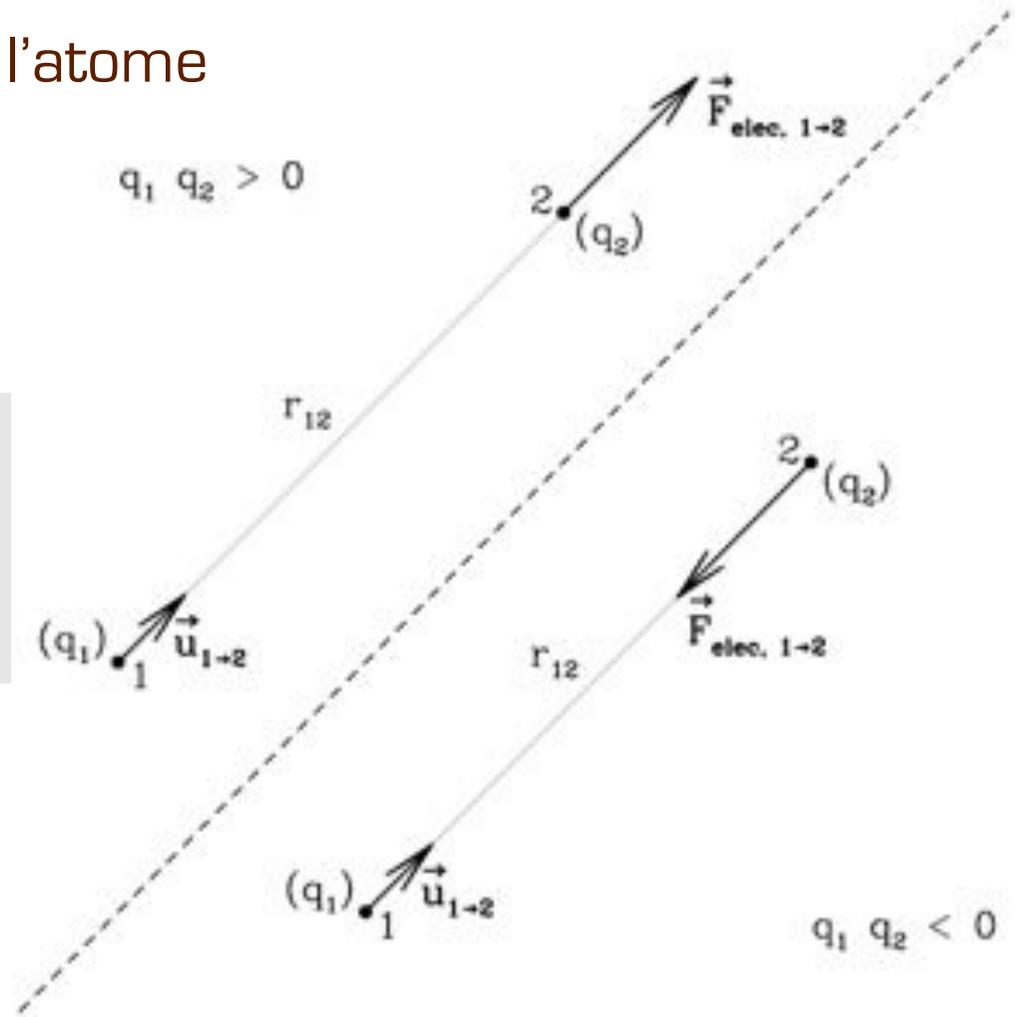
Séguin et Villeneuve

Interactions

Force électrostatique,
responsable de la cohésion de l'atome

$$\vec{F}_{\text{elec},1 \rightarrow 2} = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2}$$

$$K = 1/4\pi\epsilon = 9 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$$

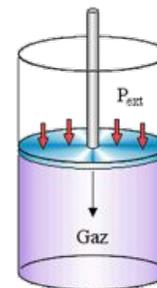
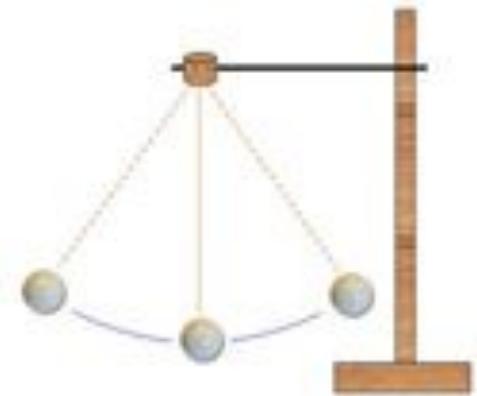
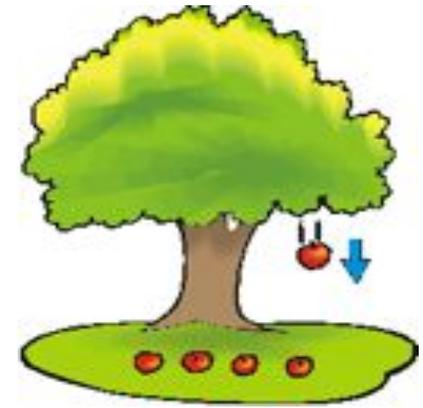
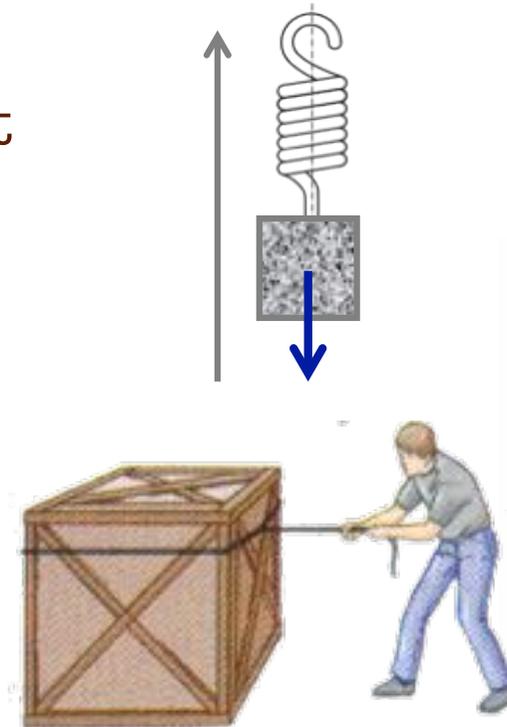


Les électrons - sont attirés par le noyau +
(et repoussés par les autres électrons -)

Interactions

Les forces dérivées

- force de pesanteur
- force exercée par un ressort
- tension d'un fil inextensible
- réaction normale d'un plan
- forces de frottement
- tension de surface
- forces de pression...



Chapitre 2 : la démarche du physicien

2.1 Introduction : grandeurs physiques, lois, dimensions

2.2 Systèmes d'unités

2.3 Homogénéité d'une relation. Analyse dimensionnelle

2.4 Lois d'échelle

2.5 Conclusion

• **En TP** : mesure d'une grandeur physique, incertitudes

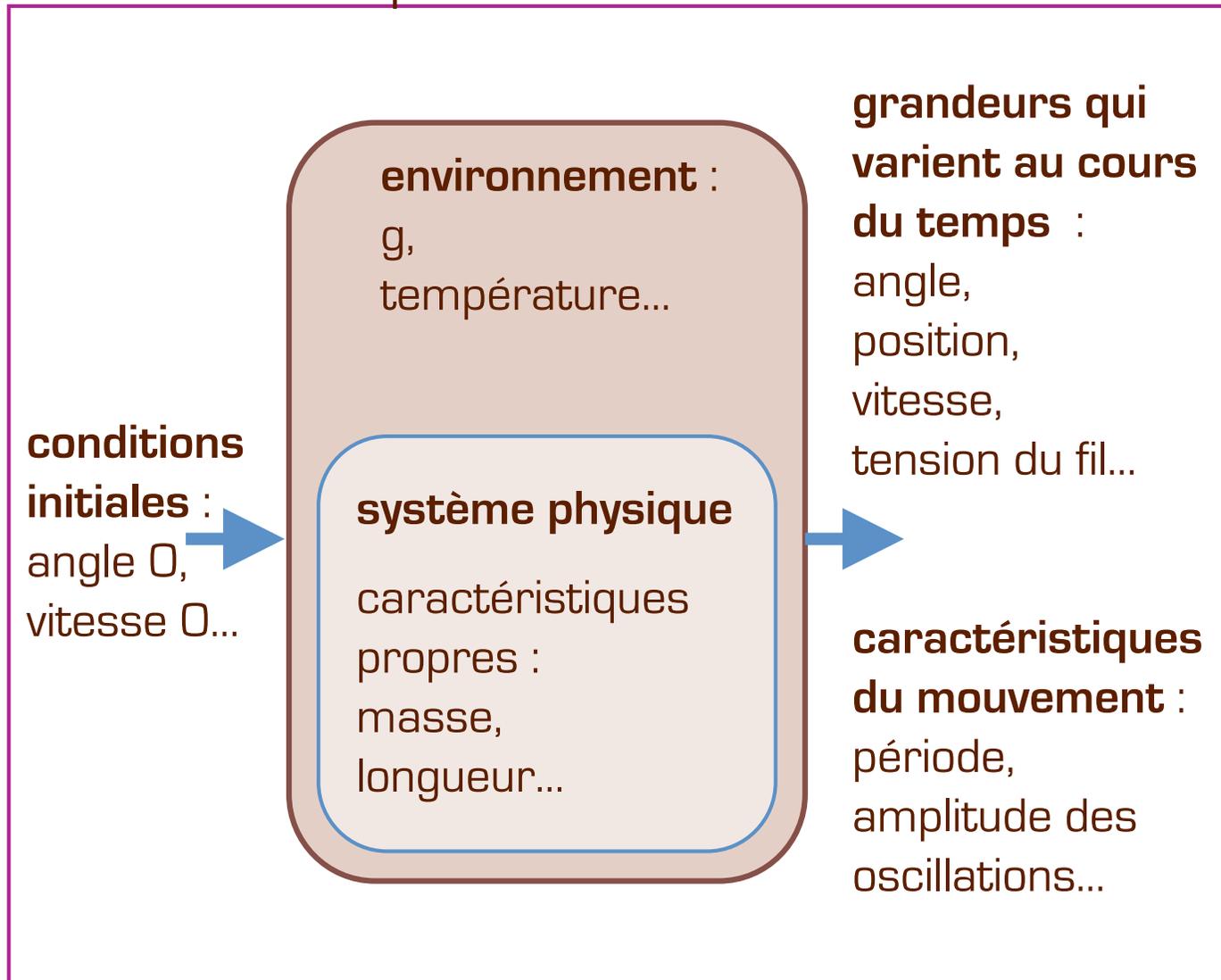
Sujet un peu plus avancé

Unités, dimensions, analyse dimensionnelle

particulièrement § 2.2, 2.3

Grandeurs physiques

Expérience - mesure



grandeur	symbole, nom (notre choix)
masse	m
longueur	L
période	T
fréquence	f
angle initial	α_0
vitesse initiale	v_0
accélération pesanteur	g
température	θ
tension du fil	F_T

Grandeurs physiques

grandeur	symbole, nm (notre choix)	unités	dimensions
masse	m		
longueur	L		
période	T		
fréquence	f		
angle initial	α_0		
vitesse initiale	v_0		
accélération pesanteur	g		
température	θ		
tension du fil	F_T		

Grandeurs physiques

grandeur	symbole, nm (notre choix)	unités	dimensions
masse	m	kg (g, u...)	M
longueur	L	m (cm, angström, année-lumière...)	L
période	T	s (min, h,...)	T
fréquence	f	s ⁻¹ , Hz (min ⁻¹ ...)	T ⁻¹
angle initial	α_0	rad (deg)	« Sans dimension » : « de dimension 1 »
vitesse initiale	v ₀	m/s, km/h, cm.Hz	LT ⁻¹
accélération pesanteur	g		
température	θ		
tension du fil	F _T		

Unités des 7 grandeurs de base

dans le Système International d'unités (S.I.)

Grandeur de base	Dimension	Unité de base	
		Nom	Symbole
Longueur	L	mètre	m
Masse	M	kilogramme	kg
Temps	T	seconde	s
Courant électrique	I	ampère	A
Température thermodynamique	θ	kelvin	K
Quantité de matière	N	mole	mol
Intensité lumineuse	J	candela	cd

Définition de l'étalon pour les unités de base → poly

Unités dérivées S.I. (sélection)

Nom	Symb.	Quantité	Exprimé en unités S.I.	Exprimé en unités S.I. de base
radian	rad	angle	1	m/m
hertz	Hz	fréquence		s ⁻¹
newton	N	force		kg · m · s ⁻²
pascal	Pa	pression	N/m ²	kg · m ⁻¹ · s ⁻²
joule	J	énergie, travail, chaleur	N · m	kg · m ² · s ⁻²
watt	W	puissance	J/s	kg · m ² · s ⁻³
coulomb	C	charge électrique		s · A
volt	V	potentiel électrique	W/A	kg · m ² · s ⁻³ · A ⁻¹
farad	F	capacité électrique	C/V	kg ⁻¹ · m ⁻² · s ⁴ · A ²
ohm	Ω	résistance électrique	V/A	kg · m ² · s ⁻³ · A ⁻²
weber	Wb	flux magnétique	V · s	kg · m ² · s ⁻² · A ⁻¹
tesla	T	champs magnétique	Wb/m ²	kg · s ⁻² · A ⁻¹
henry	H	inductance	Wb/A	kg · m ² · s ⁻² · A ⁻²
°Celsius	°C	temp. relative to 273.15 K		K
lumen	lm	flux lumineux	cd · sr	cd
lux	lx	éclairage lumineux	lm/m ²	m ⁻² · cd
becquerel	Bq	activité radioactive		s ⁻¹

Analyse dimensionnelle

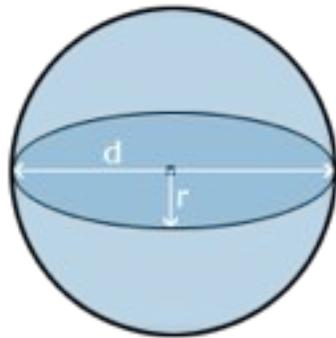
une grandeur physique \leftrightarrow une dimension \leftrightarrow une unité
expression en fonction des grandeurs physiques de base
on compare grandeurs de même dimension

Analyse dimensionnelle

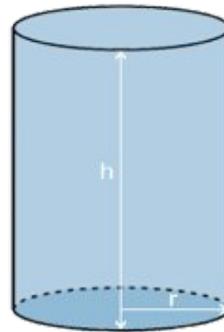
une grandeur physique \leftrightarrow une dimension \leftrightarrow une unité
expression en fonction des grandeurs physiques de base
on compare grandeurs de même dimension

Quatre intérêts :

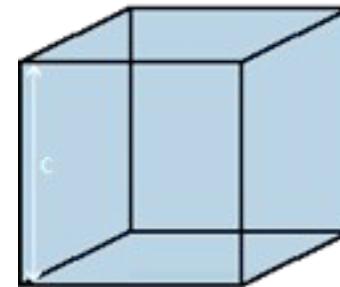
1) Vérifier l'homogénéité d'une formule – et repérer les erreurs



$$V = 4 \pi r^3$$
$$[V] = L^3$$



$$V = \pi r^2 h$$
$$[V] = L^3$$



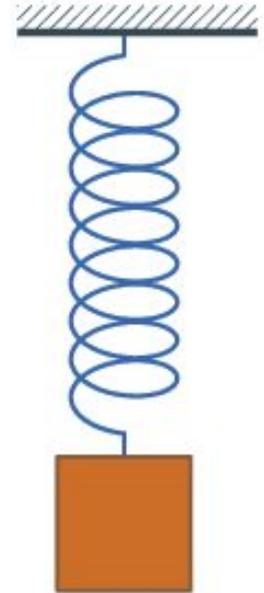
$$V = c^3$$
$$[V] = L^3$$

Analyse dimensionnelle

une grandeur physique \leftrightarrow une dimension \leftrightarrow une unité
expression en fonction des grandeurs physiques de base
on compare grandeurs de même dimension

Quatre intérêts :

- 1) Vérifier l'homogénéité d'une formule - et repérer les
- 2) Rechercher les dimensions d'une grandeur inconnue

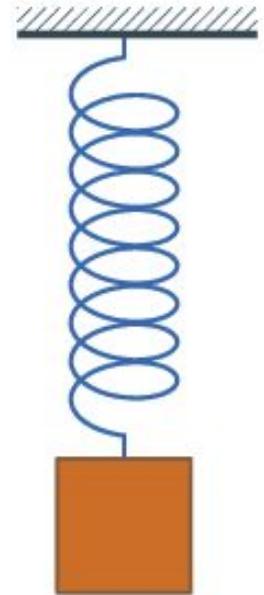


Analyse dimensionnelle

une grandeur physique \leftrightarrow une dimension \leftrightarrow une unité
expression en fonction des grandeurs physiques de base
on compare grandeurs de même dimension

Quatre intérêts :

- 1) Vérifier l'homogénéité d'une formule - et repérer les
- 2) Rechercher les dimensions d'une grandeur inconnue
- 3) Identifier une grandeur caractéristique d'un système

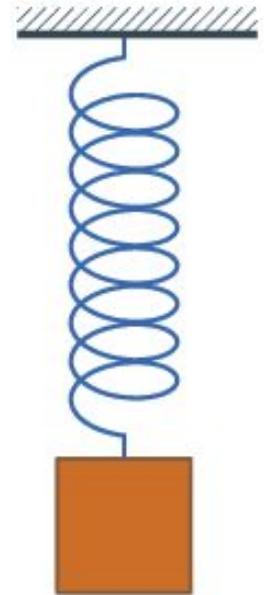


Analyse dimensionnelle

une grandeur physique \leftrightarrow une dimension \leftrightarrow une unité
expression en fonction des grandeurs physiques de base
on compare grandeurs de même dimension

Quatre intérêts :

- 1) Vérifier l'homogénéité d'une formule - et repérer les
- 2) Rechercher les dimensions d'une grandeur inconnue
- 3) Identifier une grandeur caractéristique d'un système



Analyse dimensionnelle

une grandeur physique \leftrightarrow une dimension \leftrightarrow une unité
expression en fonction des grandeurs physiques de base
on compare grandeurs de même dimension

Quatre intérêts :

- 1) Vérifier l'homogénéité d'une formule – et repérer les erreurs
- 2) Rechercher les dimensions d'une grandeur inconnue
- 3) Identifier une grandeur caractéristique d'un système
- 4) Déterminer la loi qui exprime une grandeur en fonction d'autres grandeurs : « analyse dimensionnelle »
définition théorique (poly) + exemple : pendule

Pause

puis

heure R, « heure de renforcement »