



Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Jean-Claude Martin



Physique de la Matière, de la Vie ... et de la Liberté

Résumé en 3 mots

- 1) La **matière** sous toutes ses formes (solide, liquide, gaz, énergie) est bien définie. Elle peut se mesurer. L'ingénieur HES apprend en trois ans à la maîtriser, avec des modèles et des équations.
- 2) La **vie** est relativement connue mais n'est aujourd'hui pas mesurable. La science de la vie permet à l'ingénieur d'appliquer les mêmes techniques de modèles et d'équations. Une mesure de la vie par l'entropie est-elle possible ?
- 3) La **liberté** est le désir de tous, tout le monde en aimerait plus ... mais elle n'est pas mesurable ni même définie clairement. Les sciences de l'ingénieur ne sont d'aucune utilité pour la maîtrise de la liberté. Mais je vous encourage d'utiliser les logiciels libres !

Objectifs de cette présentation



Trouver l'unité



FICHE DE MODULE

Physique de la matière, de la vie ... et de la liberté

Physik, Leben und Freiheit

Physics, life and freedom

TYPE DE FORMATION : présentation à l'aula EIA-FR, boulevard de Pérolles 80

FILIÈRE(S) : Génie électrique

ORIENTATION(S) : EMS

IDENTIFIANT DU MODULE : Leçon terminale de Jean-Claude Martin

ANNÉE DE VALIDITÉ : 16 septembre 2008, 17h00

ANNÉE DU PLAN D'ÉTUDE : 15 ans à EIA-FR

NIVEAU : final

TYPE DE MODULE : fondamental et probablement définitif

LANGUE : français

OBJECTIFS :

À la fin du module, chaque participant sait trouver l'unité... et il participe à l'apéritif.

PRÉREQUIS : -

COREQUIS : -

CONTENU :

- Lois de la thermodynamique (rappel) et propositions de modèles de vie et de liberté
- Apéritif

FORME D'ENSEIGNEMENT ET VOLUME DE TRAVAIL :

Type d'activité	Dotation horaire	Travail personnel
Module magistral et exercices	1	1
Total des activités de Travail	1	1



Leçon terminale de J.-C. Martin, questionnaire d'évaluation.

⊗	Physique de la Matière, de la Vie et de la Liberté	⊗
⊗	date : mardi 16 septembre 2008	⊗

Réponses directement sur le questionnaire. 1 point par question.

Question 1 Indiquez une unité de mesure (S.I.) de la matière.....

Question 2 Indiquez une unité de mesure (S.I.) de l'énergie.....

Question 3 Indiquez une unité de mesure (S.I.) de l'entropie.....

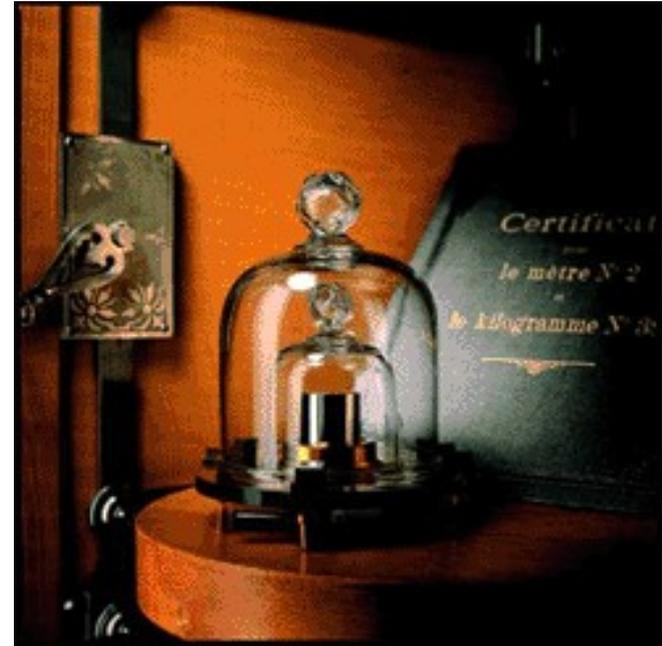
Question 4 Indiquez une unité de mesure (S.I.) de la vie.....

Question 5 Indiquez une unité de mesure (S.I.) de la liberté.....

14.8.08 JCM → → → → → → → Nombre total de points :

Questions d'évaluation

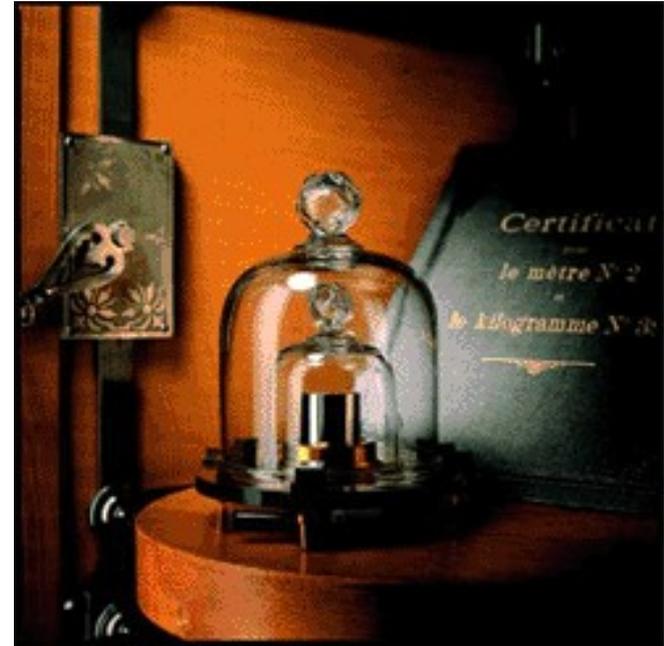
- Réponses sur le formulaire
- 1 point par question
- Donnez une unité dans SI
- Évaluation par
 - 0 sans réponse
 - +1 juste
 - -1 faux



5 unités de mesure

1. Matière
2. Énergie
3. Entropie
4. Vie
5. Liberté

?????



Plan

- Sciences, les **équations** de l'ingénieur
- Matière et **énergie** (1ère loi)
- Évolution et **entropie** (2ème loi)
- **Vie** et entropie (2ème loi corrigée)
- **Liberté**
- **Questionnaire**



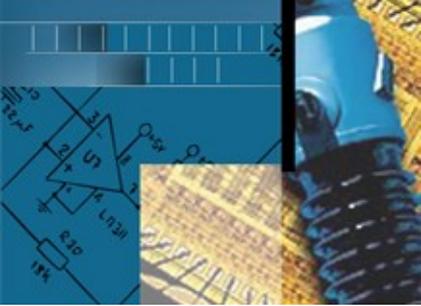
Plan

Pour rappel

- Sciences, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie (1ère loi)
- Évolution et entropie (2ème loi)
- Vie et entropie (2ème loi corrigée)
- Liberté
- Questionnaire

propositions



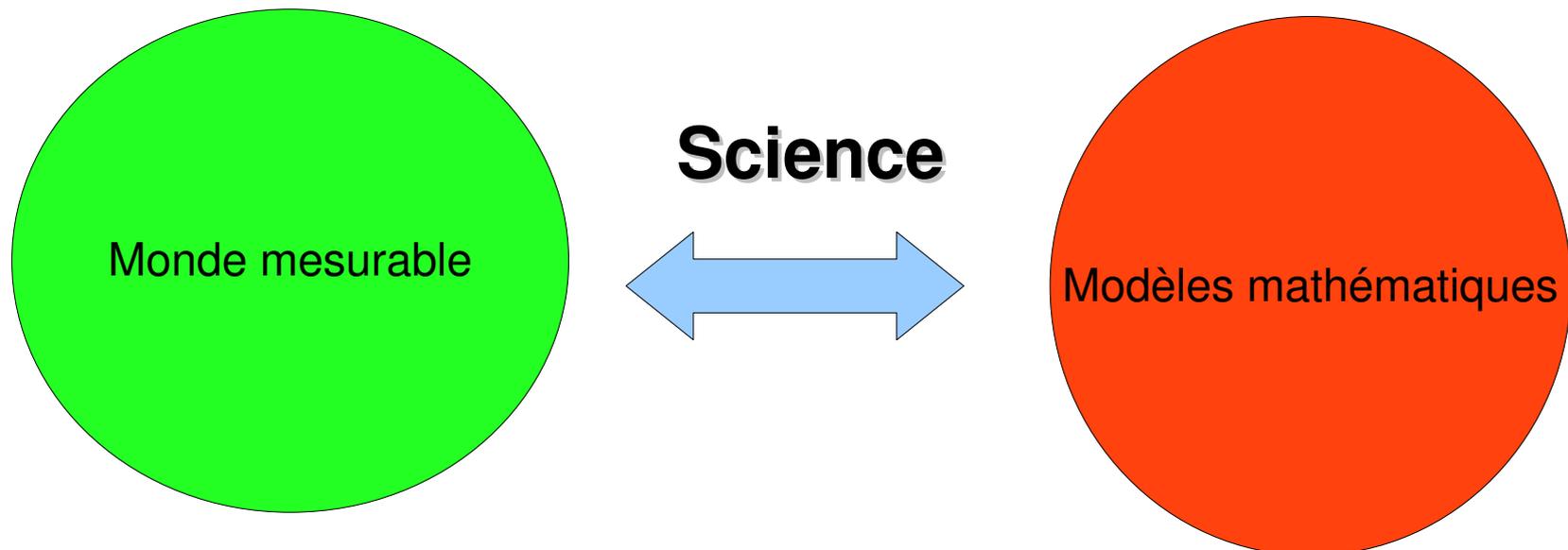


- Sciences, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie
- Évolution et entropie
- Vie et entropie
- Liberté
- Questionnaire



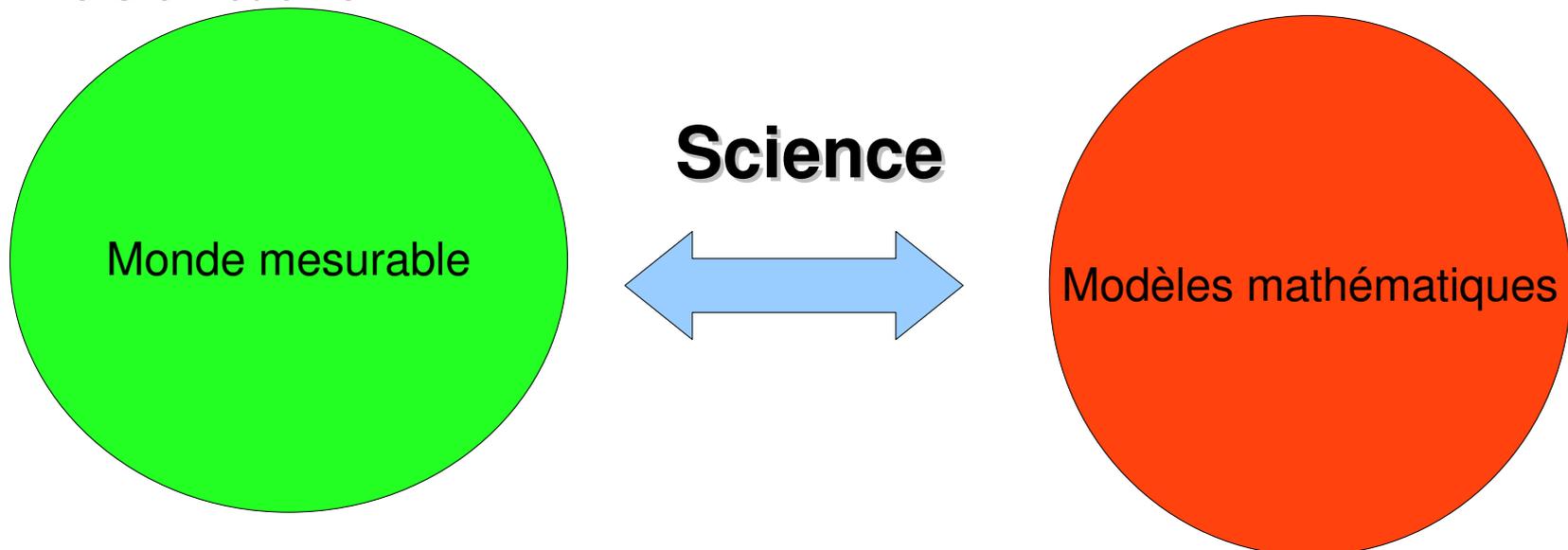
Hypothèses de l'ingénieur

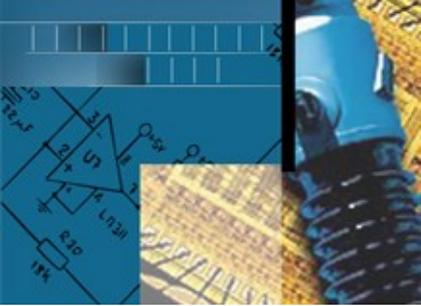
- Reproductibilité
- Pour les grandeurs mesurables, utilisation d'un monde virtuel (mathématique) pour expliquer et prévoir son comportement



Remarques

- Pas d'ingénieur sans **mesures** (chiffres)
- Science de la vie: comment mesurer la vie ?
- Une partie du monde n'est aujourd'hui pas mesurable...





- Sciences, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie
- Évolution et entropie
- Vie et entropie
- Liberté
- Questionnaire



Rappel des lois de la physique

- Loi de l'énergie (1^{ère} loi)
- Loi de l'évolution (2^{ème} loi)

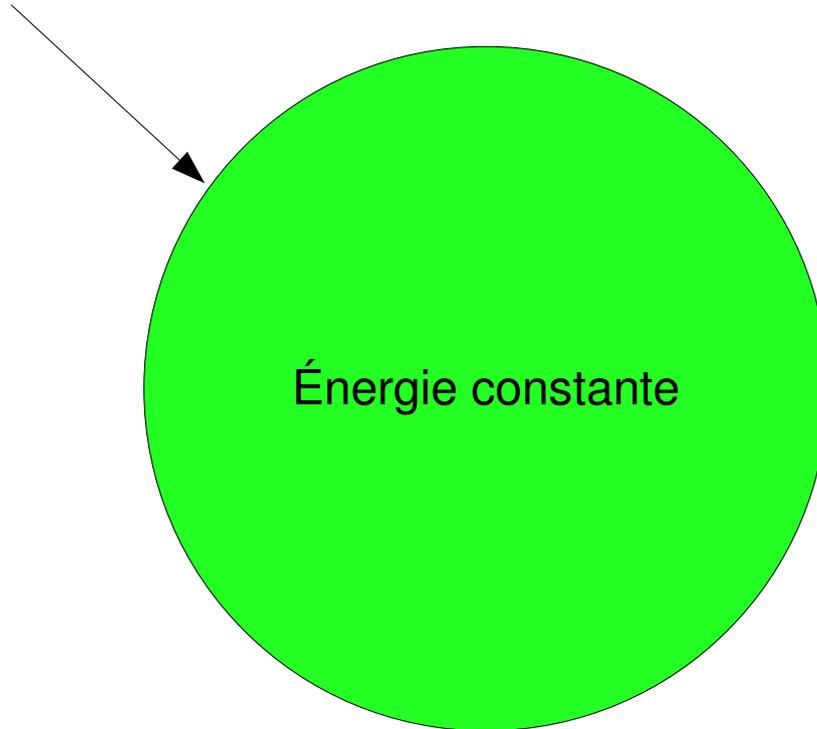
1er principe thermodynamique

- Rien ne se perd, rien ne se crée (Anaxagore de Clazomènes 500 AC)
- Au cours d'une transformation quelconque d'un système fermé, la variation de son énergie est égale à la quantité d'énergie échangée avec le milieu extérieur, sous forme de chaleur et sous forme de travail. (réf. Wikipedia)

Forme écrite

1er principe thermodynamique

Système fermé



Forme graphique

1er principe thermodynamique

- Énergie mesurée en J
- Travail W
- Chaleur Q

$$W + Q = \textit{constante}$$

Forme équation

1er principe thermodynamique

- Équation sous forme de variation (d)

$$dW + dQ = 0$$

Forme différentielle

1er principe thermodynamique

- Énergie W sous toutes ses formes
- Travail applicable dans tous les domaines
- Travail $dW = PdV + Fdx + Udq + \dots$ Chaleur $dQ = TdS$
- W comme produit de 2 grandeurs

$$PdV + Fdx + Udq + TdS = 0$$

Forme détaillée

1er principe thermodynamique

- $P dV$ pression, volume
- $F dx$ force, déplacement
- $U dq$ tension électrique, charge

Mécanique Électricité Chimie

The diagram shows the equation $PdV + Fdx + Udq + TdS = 0$. The term $PdV + Fdx$ is enclosed in a yellow oval, and the term Udq is enclosed in a blue circle. Three arrows point upwards from the text labels 'Mécanique', 'Électricité', and 'Chimie' to the corresponding terms in the equation: $PdV + Fdx$, Udq , and TdS respectively.

$$PdV + Fdx + Udq + TdS = 0$$

1er principe thermodynamique

- Équation du scientifique
- Énergie constante dans un système fermé

$$PdV + Fdx + Udq + TdS = 0$$

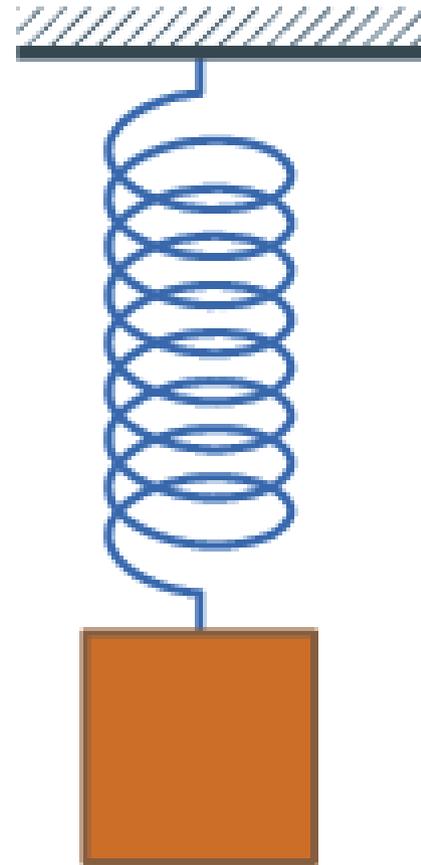
1er principe thermodynamique

- La matière, c'est aussi de l'énergie (Einstein, 1905)

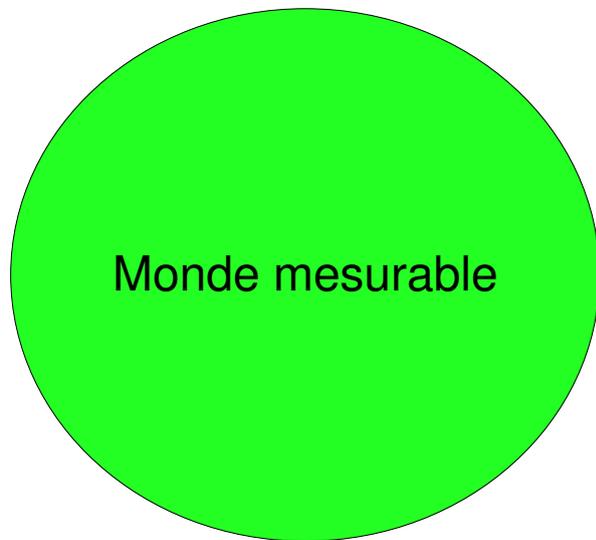
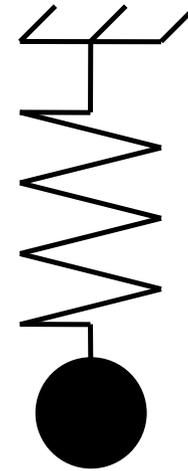
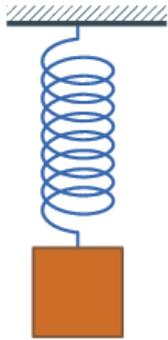
$$W = m \times c^2$$

Exemple : oscillateur masse et ressort

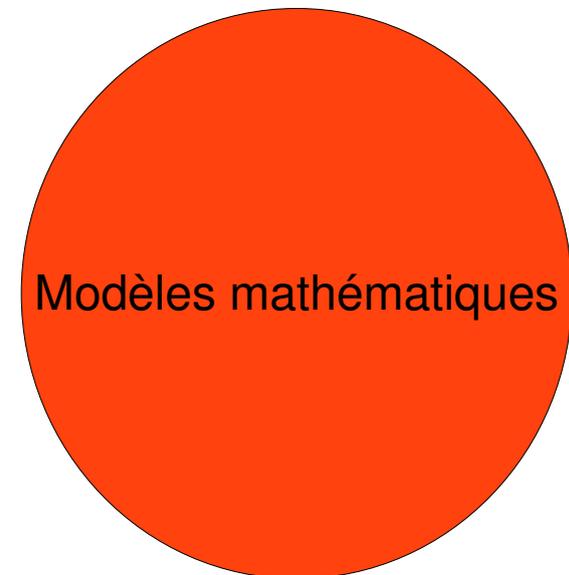
Monde réel →



Créer un modèle mathématique

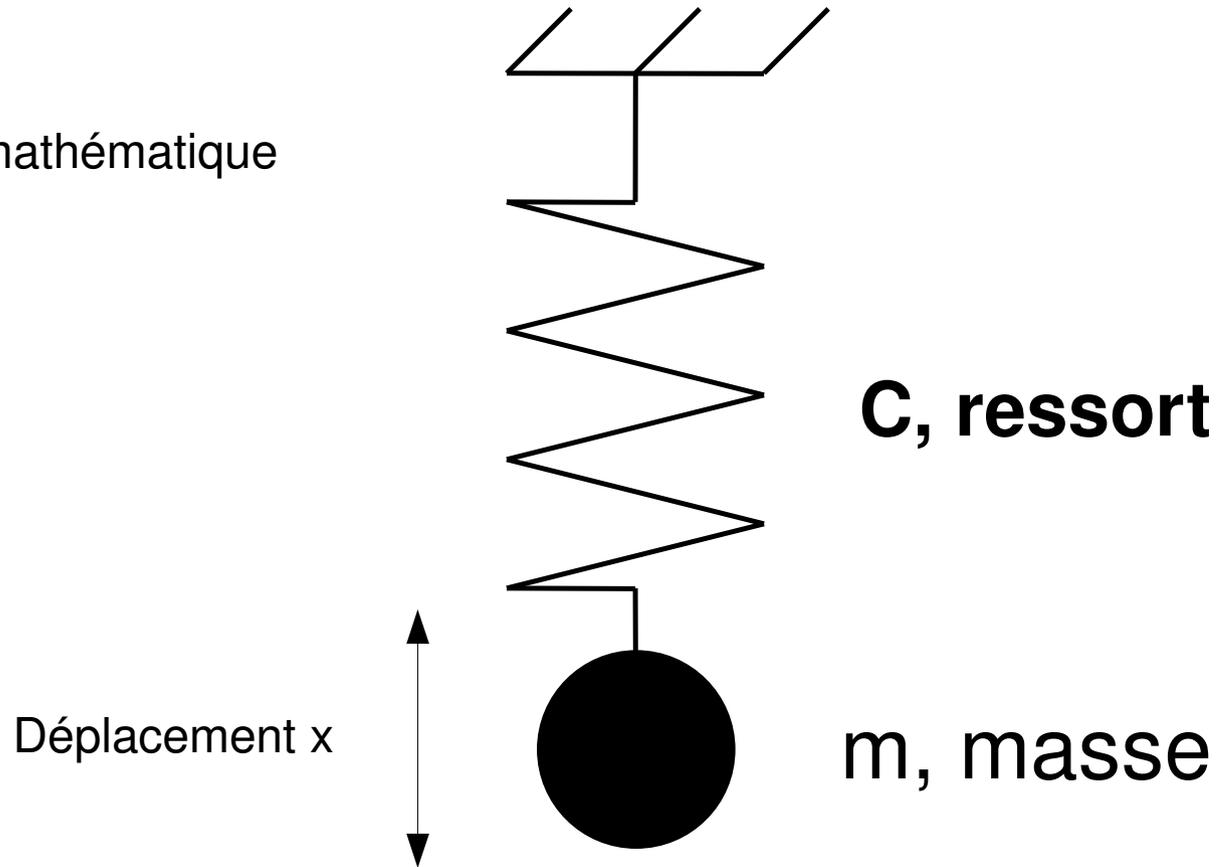


Science

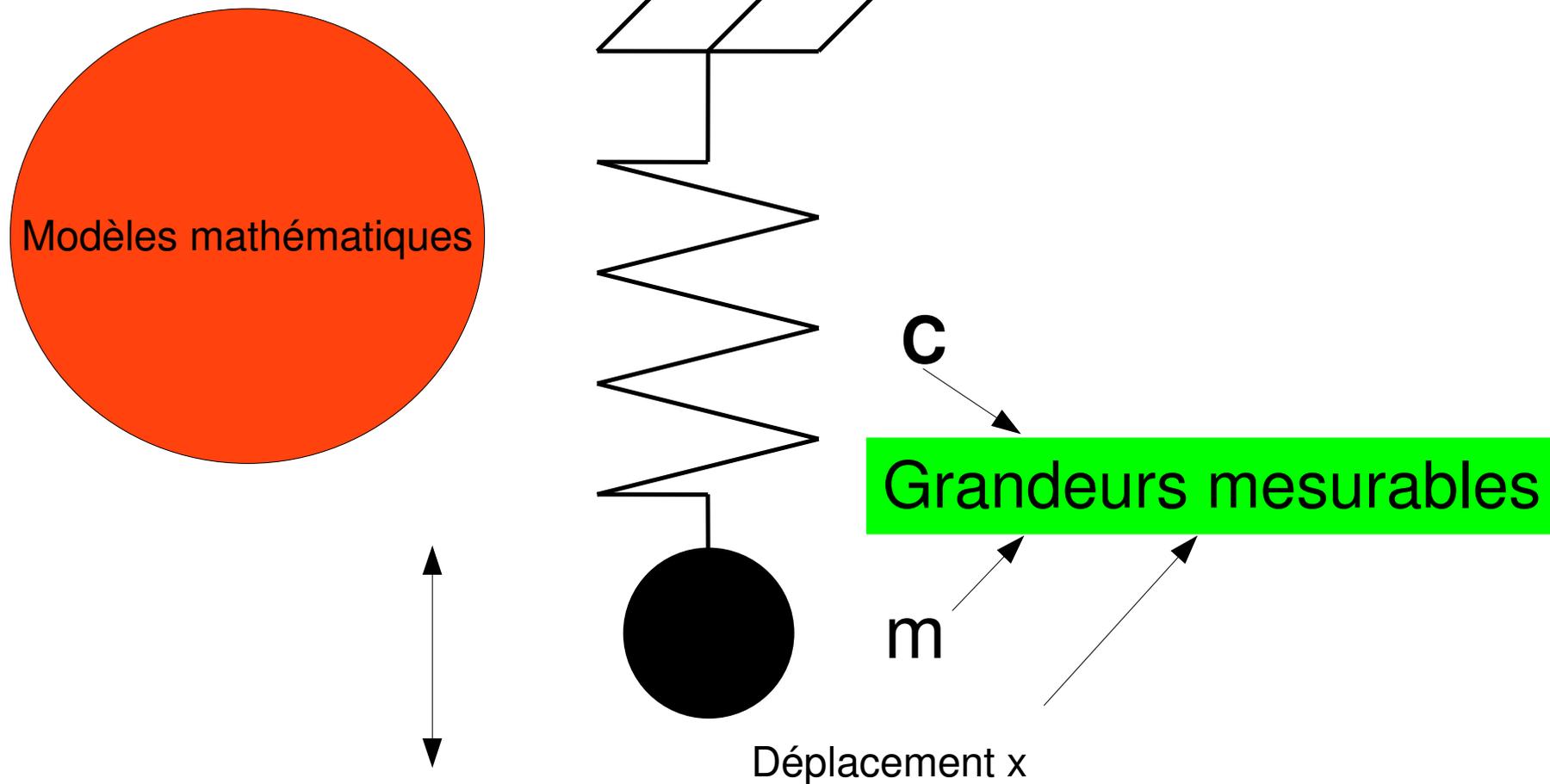


Modèle: masse M et ressort C

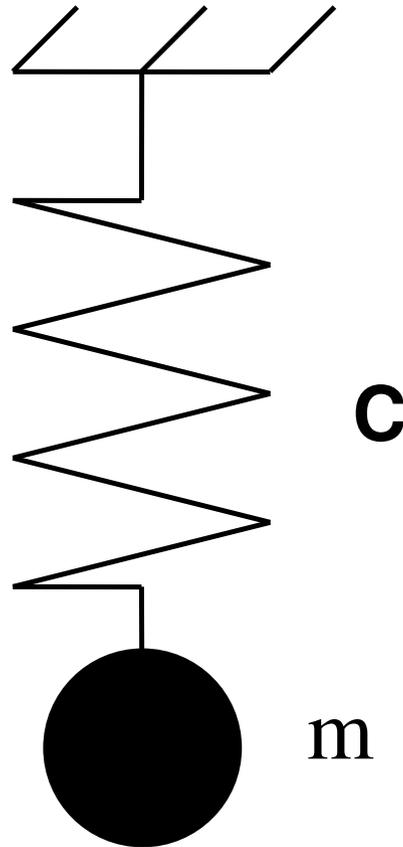
Monde mathématique



Modèle: condition nécessaire

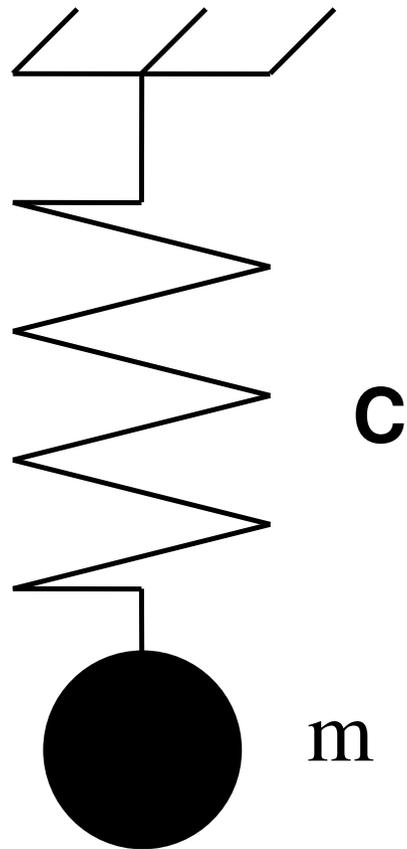


Équation de l'oscillateur



Énergie constante

Équation de l'oscillateur

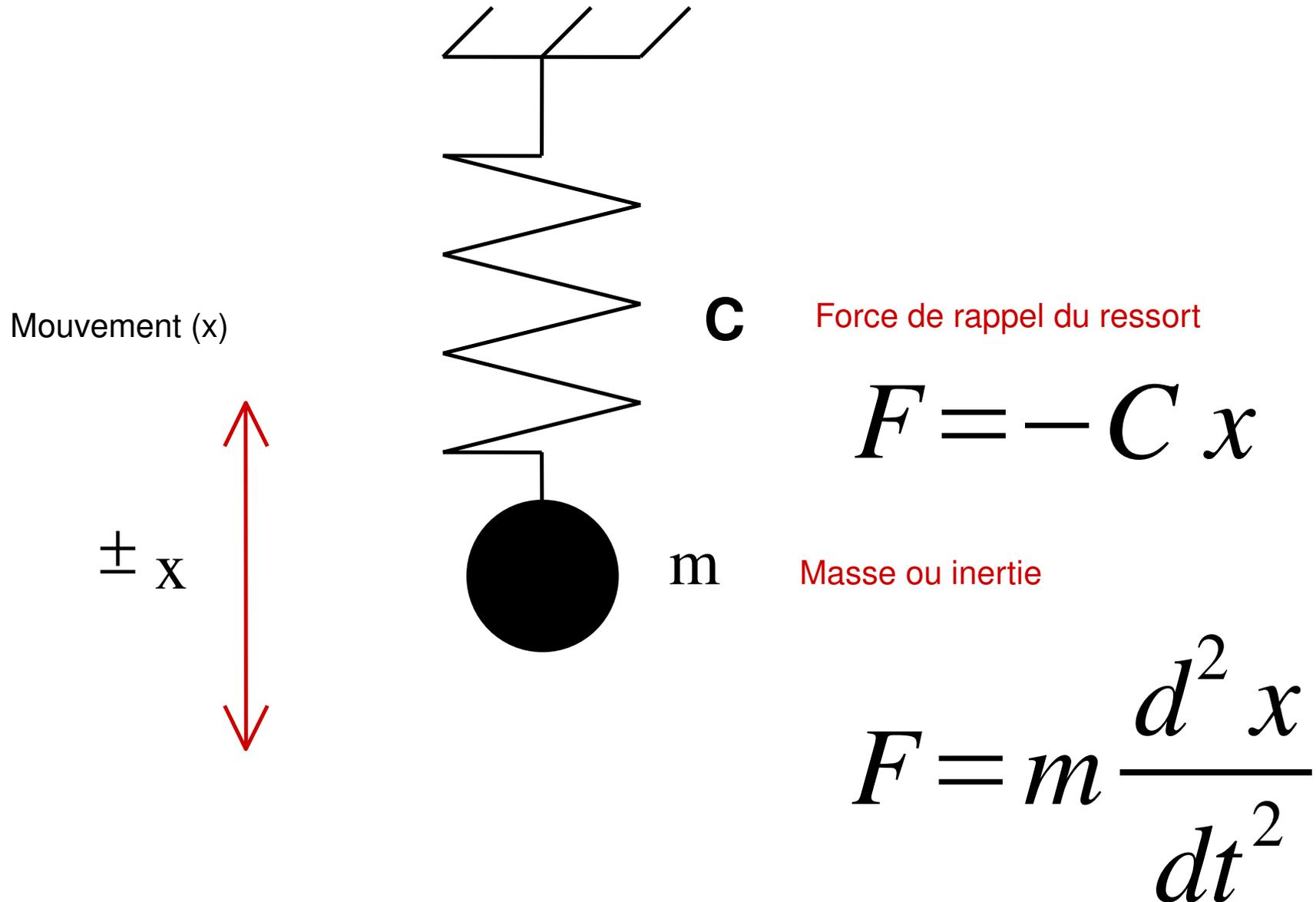


Énergie potentielle (ressort C)

==

Énergie cinétique (masse m)

Oscillateur idéal, modèle



Équation du système

$$m \times \frac{d^2 x}{dt^2} + C \times x = 0$$

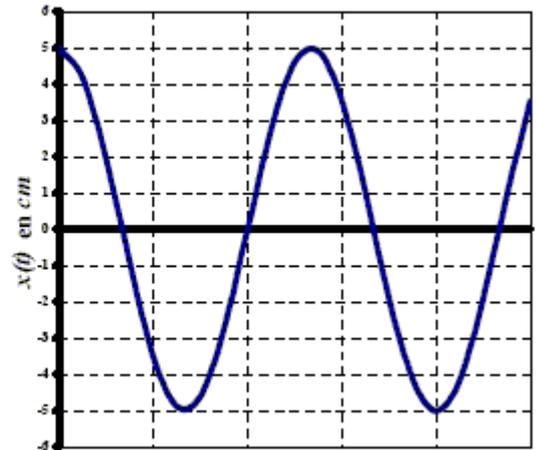
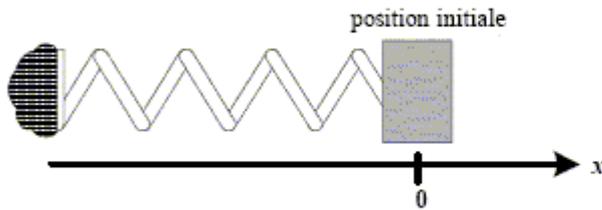
Oscillateur, solution mathématique du mouvement

$$x = a \times \cos(\omega t - \varphi)$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{C}{m}}$$

Oscillateur, période T

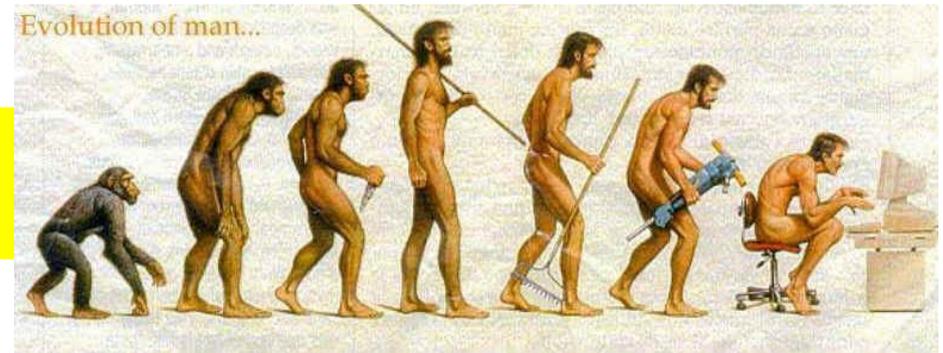
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$$



Critique de ce modèle

- Mouvement perpétuel impossible !
- Contraire au 2ème principe thermodynamique
- Il faut ajouter les pertes (thermiques)

- Sciences, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie
- Évolution et entropie
- Vie et entropie
- Liberté
- Questionnaire



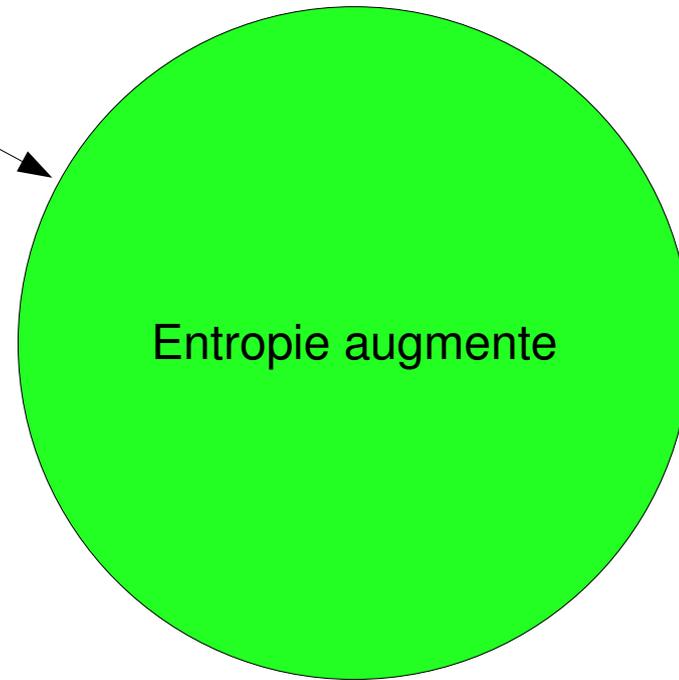
2ème principe thermodynamique

- L'entropie d'un système isolé augmente (Sadi Carnot, 1824)
- Le rapport Q/T (Q est la quantité de chaleur par la température T) correspond à l'entropie, S et dont l'unité est le joule par kelvin (J/K). (réf. Wikipedia)
- Les transformations sont irréversibles à cause de phénomènes dissipatifs. Le système ne peut jamais spontanément revenir en arrière.

Forme écrite

2ème principe thermodynamique

Systeme fermé



Forme graphique



temps

Entropie S

- Entropie S, grandeur extensive
- Température T, non extensive
- Chaleur Q (énergie)

$$S = \sum S_i$$

$$dQ = T * dS$$

Forme équation

2ème principe thermodynamique

- Entropie S , fonction d'état, augmente
- Température T
- Chaleur Q

$$dS = \frac{dQ}{T} > 0$$

Forme équation

Réversibilité et stabilité

- Entropie S constante ($dS=0$) si
- Système stable (pas d'évolution)
- Système réversible (pas de perte)

$$dS = \frac{dQ}{T} \geq 0$$


Entropie

- Entropie S , selon physique statistique
- C'est aussi une mesure du désordre !
- Constante de Boltzmann $k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
- Nombre de configuration Ω

$$S = k \times \ln (\Omega)$$

Exemple (R. Mercier, 1967)

- Calculez la variation d'entropie du couple qui va danser !



Exemple (R. Mercier, 1967)

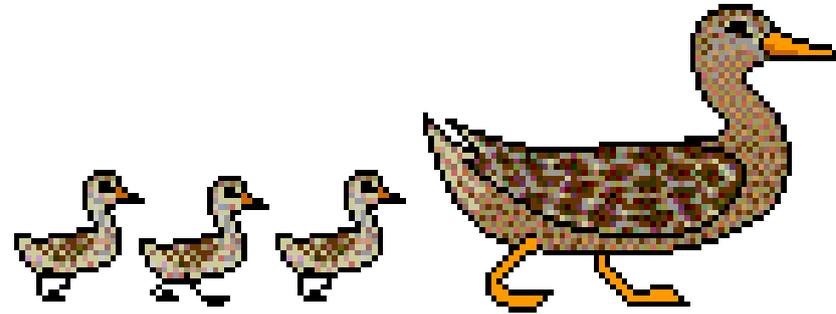
- Calculez la variation d'entropie du couple qui va danser !
- Solution

$$\Delta S = k \times \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -1 \times 10^{-23} \text{ J / K}$$

Critique de ce calcul

- Violation du 2ème principe ?
- Calculez la variation d'entropie du couple qui va danser !
- Solution $\Delta S = k \times \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -1 \times 10^{-23} \text{ J / K}$
- ...
- **Négatif** ... donc contraire au 2ème principe de la thermodynamique ????? (système fermé, il n'y a pas une compensation ailleurs)

- Science, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie
- Évolution et entropie
- Vie et entropie
- Liberté
- Questionnaire



Science de la vie

- Life sciences, master HES-SO autorisé

Stand / Etat / Stato: 19.03.2008

Datum der Genehmigung
Date de l'autorisation
Data dell'autorizzazione

Haute École spécialisée de Suisse occidentale HES-SO

• Engineering	20.12.2007
• Architecture	02.06.2005
• Business Administration	20.12.2007
• Life Sciences	11.03.2008
• Information de l'entreprise	20.12.2007
• Pédagogie musicale	20.12.2007
• Interprétation musicale	20.12.2007
• Interprétation musicale spécialisée	20.12.2007
• Composition et théorie musicale	20.12.2007
• Arts visuels	20.12.2007
• Cinéma	16.01.2006

Science de la vie

- Modèles mathématiques applicables
- Il faut des grandeurs mesurables
- Comment mesurer la vie ???



Définition de la vie

- Forme latente ou active
- Vie latente : souvent difficile à détecter
- Vie active : évolutive, adaptative



Définition de la vie

Vie potentielle



Vie active



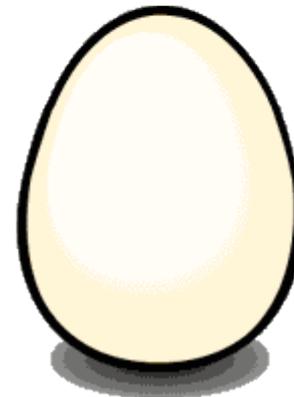
Énergie potentielle / énergie cinétique

Questions du physicien sur la vie

- La vie suit-elle la 1ère loi de l'énergie ?
- La vie suit-elle la 2ème loi de l'évolution ?

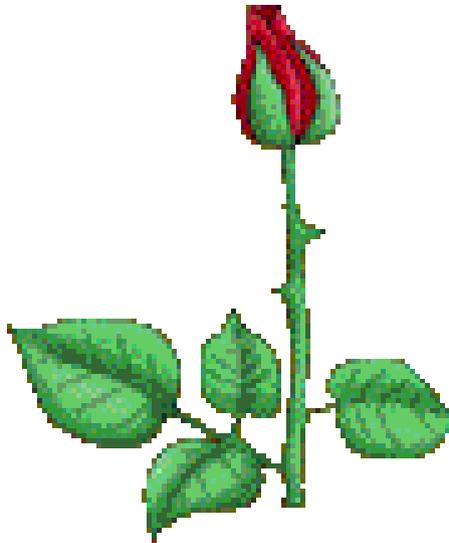
Vie et énergie

- Les êtres vivants suivent la 1ère loi de la thermodynamique
- L'énergie d'un système fermé est constante



Vie et entropie

- Les êtres vivants suivent-ils la 2ème loi de la thermodynamique ?
- L'entropie diminue lorsque la vie est active ?



2ème principe thermodynamique

- Entropie S , augmente pour la matière
- Entropie S diminue pour le vivant (???)
- Température T
- Chaleur Q

$$dS = \frac{dQ}{T} > 0$$

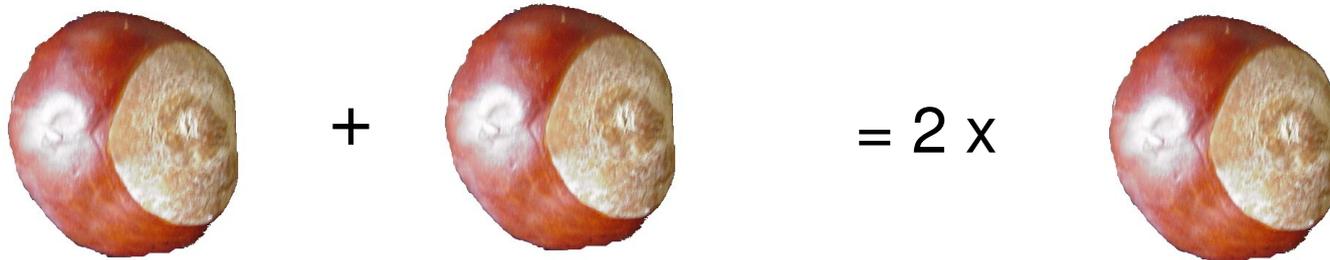
2ème principe corrigé (?)

- Entropie S, augmente pour la matière
- Entropie S diminue pour le vivant (???)
- L'entropie est constante (comme l'énergie) ?

$$dS(\text{matière}) + dS(\text{Vie}) = 0$$

Proposition pour mesurer la vie

- Mesurer la vie par son entropie
- Grandeur extensive
- $Vie(1\text{ marron}) + Vie(1\text{ marron}) = 2x\ Vie(1\text{ marron})$



2ème principe corrigé (?)

- Il ne reste plus qu'à mesurer la vie !!!

$$dS + dVie = 0$$

- Sciences, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie
- Évolution et entropie
- Vie et entropie
- Liberté
- Questionnaire



La liberté

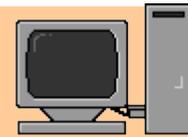
- Non clairement définie ni décrite
- Non mesurable
- Pas de science de la liberté
- Mais ...

La liberté

- On est tous confrontés à sa maîtrise !
- Certains donnent leur vie pour elle
- Les professionnels de la liberté ... sont les politiciens
- Mais ce n'est pas une science

Exemples

- Pays et citoyens libres
- Degrés de liberté dans l'espace
- Liberté de pensée et d'opinion
- Logiciel libre
- ...



Logiciels libres, exemples



Logiciels libres, 000



Les 4 libertés

- liberté d'exécuter (**utiliser**)
- liberté d'analyser, donc les sources sont disponibles (**comprendre**)
- liberté de redistribuer (**aider**)
- liberté de modifier ou d'améliorer (**contribuer**)

Les 4 libertés

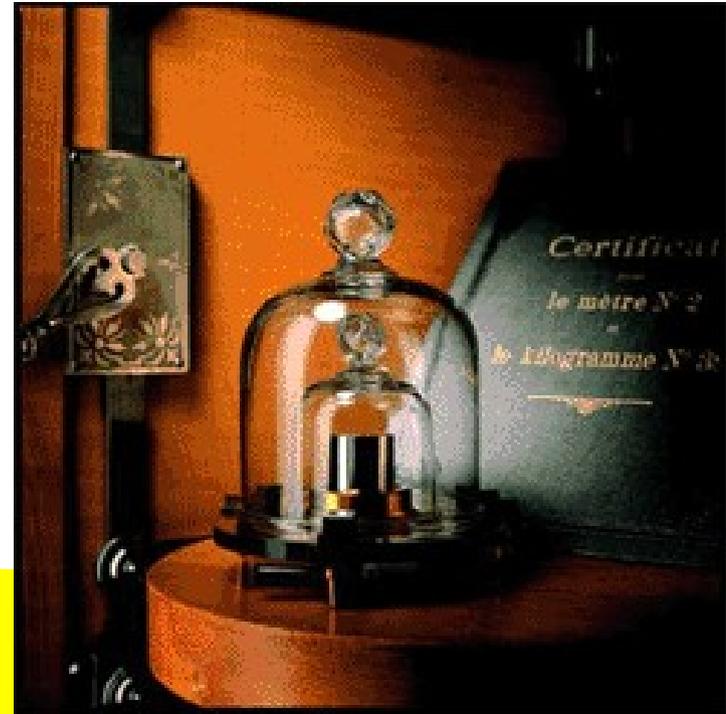
- liberté d'exécuter (**utiliser**)
- liberté d'analyser, donc les sources sont disponibles (**comprendre**)
- liberté de redistribuer (**aider**)
- liberté de modifier ou d'améliorer (**contribuer**)

Ce sont aussi des caractéristiques d'un scientifique (ingénieur) !

Rappel café du jeudi sur OO

- Essayez et favorisez les logiciels libres !

- Sciences, les équations de l'ingénieur
- Matière et énergie
- Évolution et entropie
- Vie et entropie
- Liberté
- Questionnaire



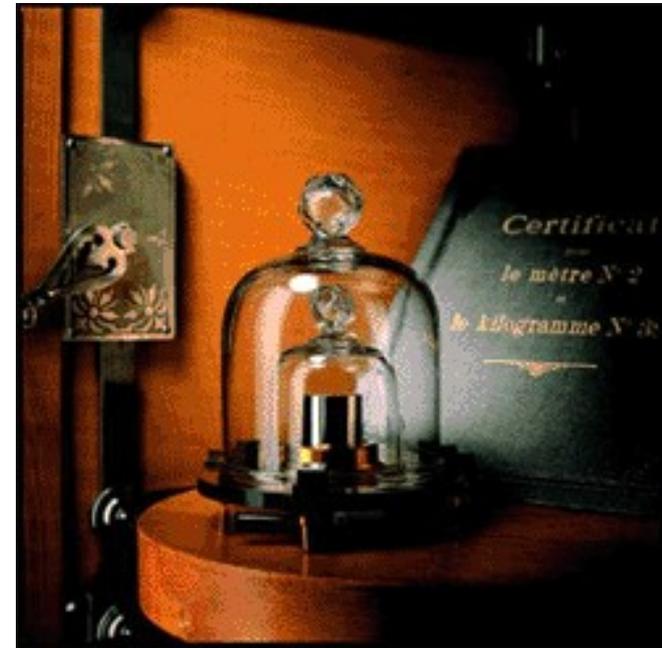
Voici une raiponce



Et passons aux réponses...

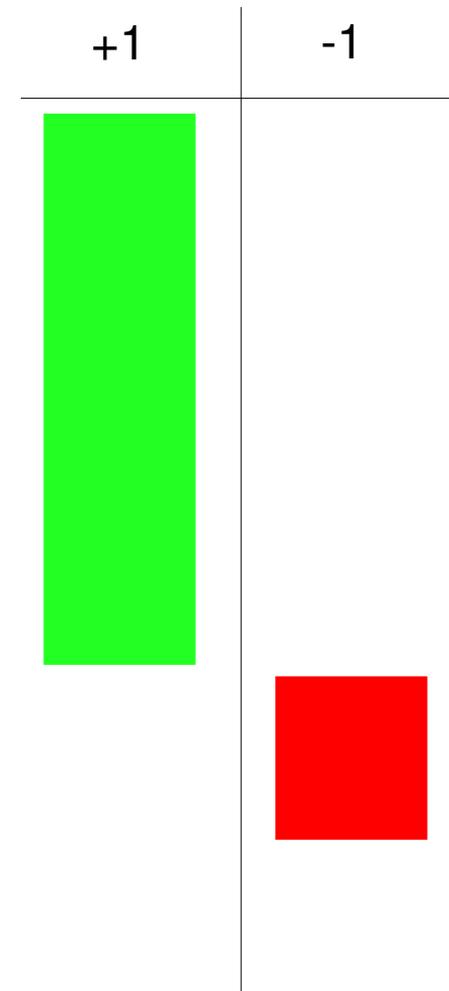
Question 1

- Unité de mesure de la **matière**
- Évaluation par
 - 0 sans réponse
 - +1 juste
 - -1 faux



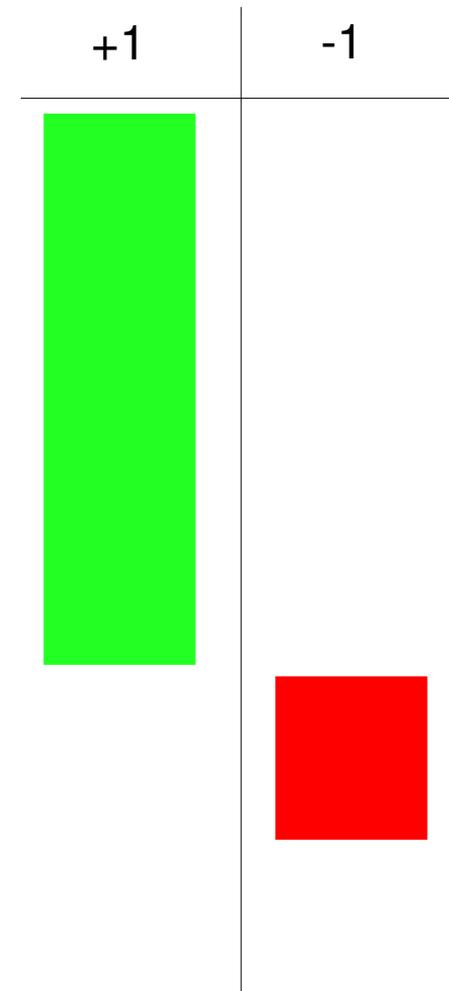
1-Mesures de la matière

- Beaucoup de possibilités !
- Masse kg, force Newton N
- Énergie J
- Volume L, m³
- Mètre (tissus) m, m²
- Livre (pound), g, gallon



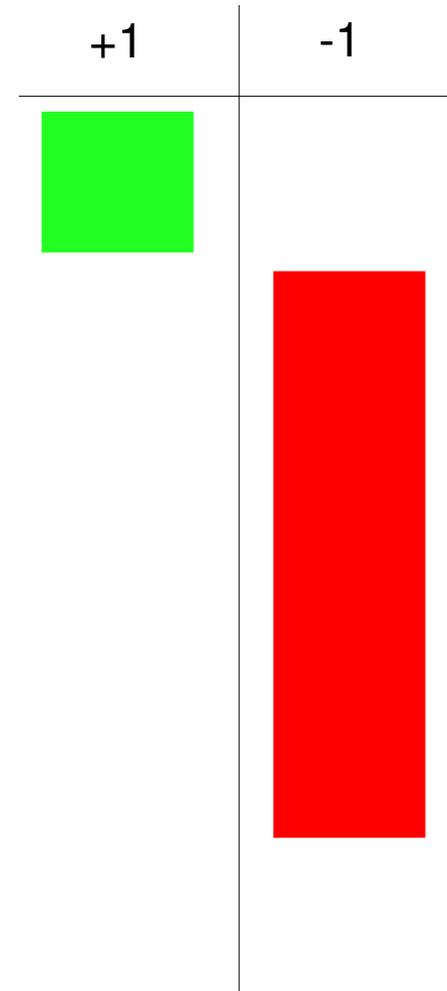
2-Mesures de l'énergie

- Attention, piège !
- USD \$
- SFR
- Euro
- £, ¥
- J, kWh



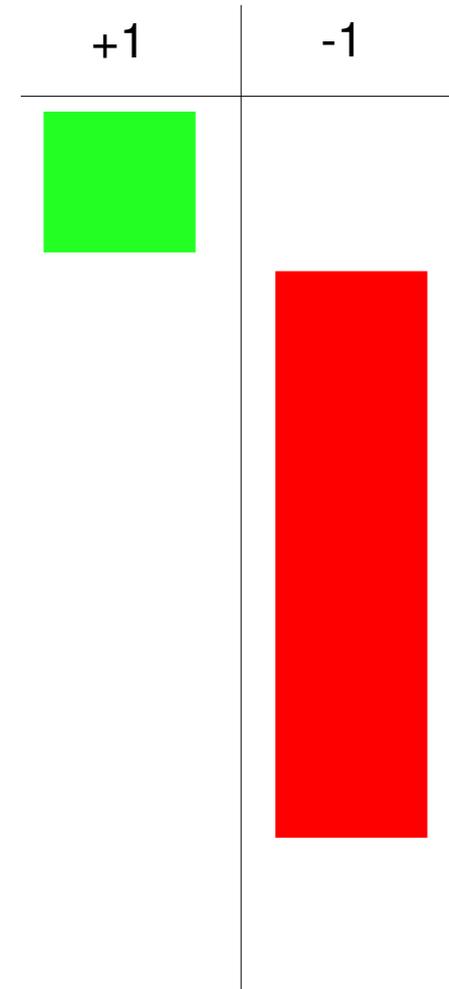
3-Mesures de l'entropie

- Une seule solution !
- J/K
- Autres unités



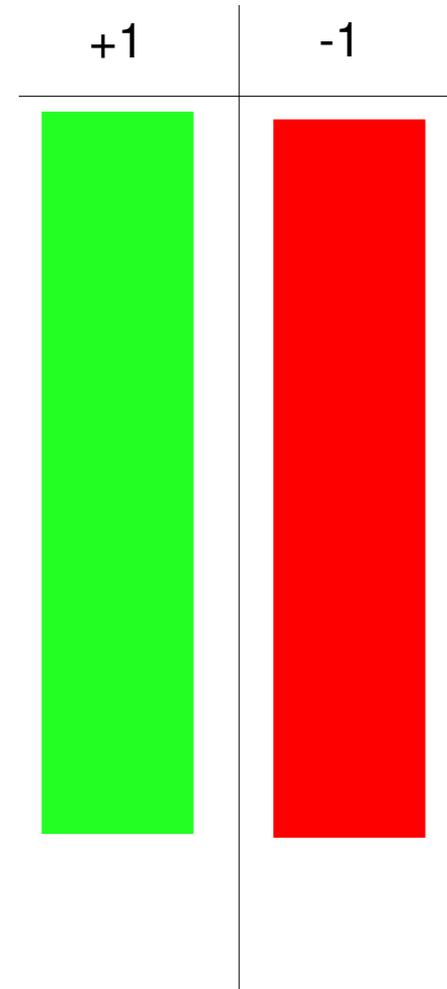
4-Mesures de la vie

- Une proposition !
- J/K
- Autres unités



5-Mesures de la liberté

- A inventer !
- ?
- Est-ce la retraite ?



Merci de votre attention



- J.-C. Martin
- Gabriel 32, 2034 Peseux
- Tél + fax 032 731 81 56
- E-mail jcmartin@net2000.ch
- Home page www.jcmartin.ch

